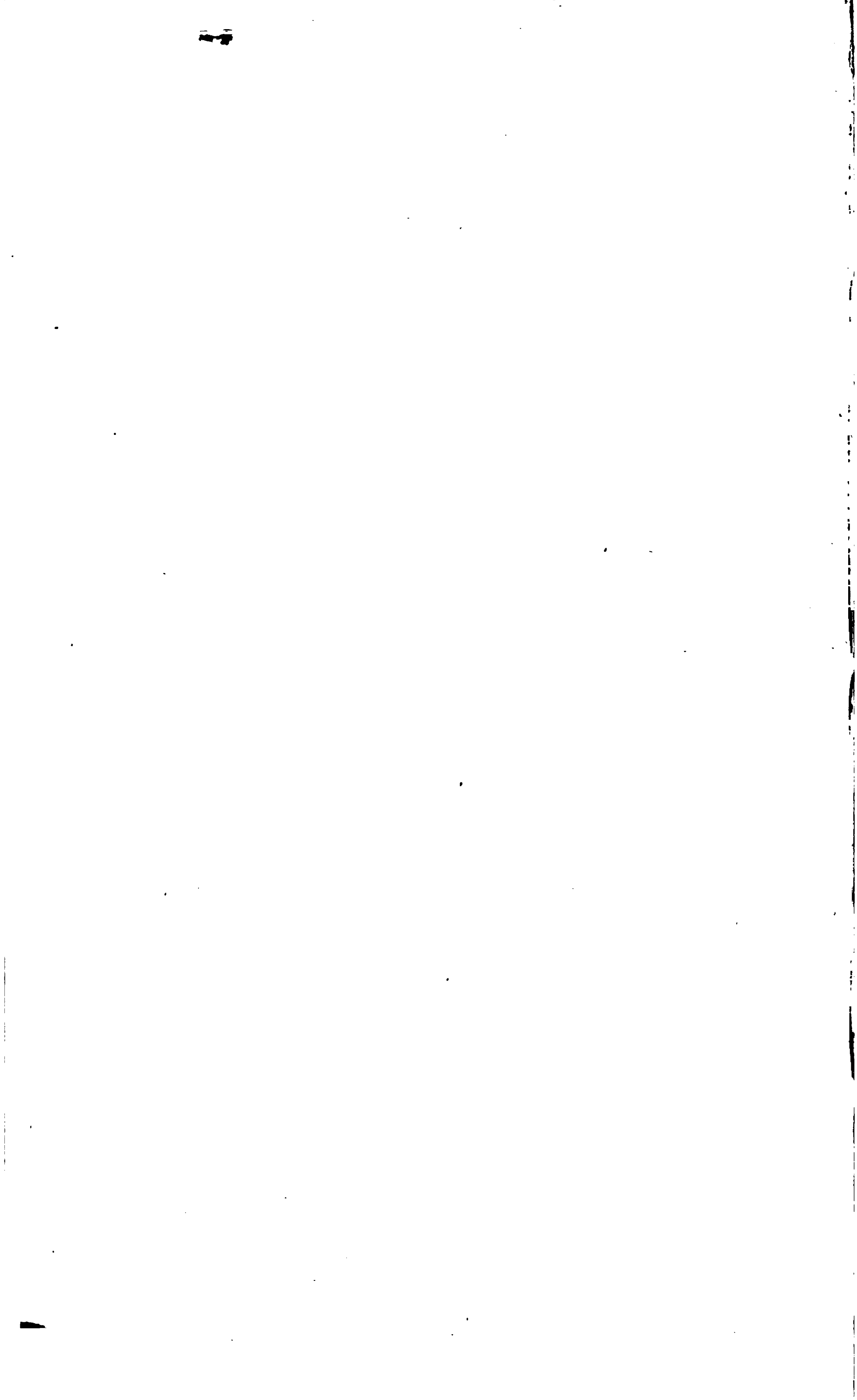


Das

Buch der Natur.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Das

Buch der Natur

die

Lehren der Physik, Astronomie, Chemie, Mineralogie, Geologie, Physiologie, Botanik und Zoologie

umfassend.

Allen Freunden der Naturwissenschaft,

insbesondere den Gymnasien, Real- und höheren Bürgerschulen

gewidmet

von

Dr. Friedrich Schoedler, Karl Ludwig

Lehrer der Naturwissenschaften am Gymnasium zu Worms, früher Assistenten an Liebig's chemischem Laboratorium.

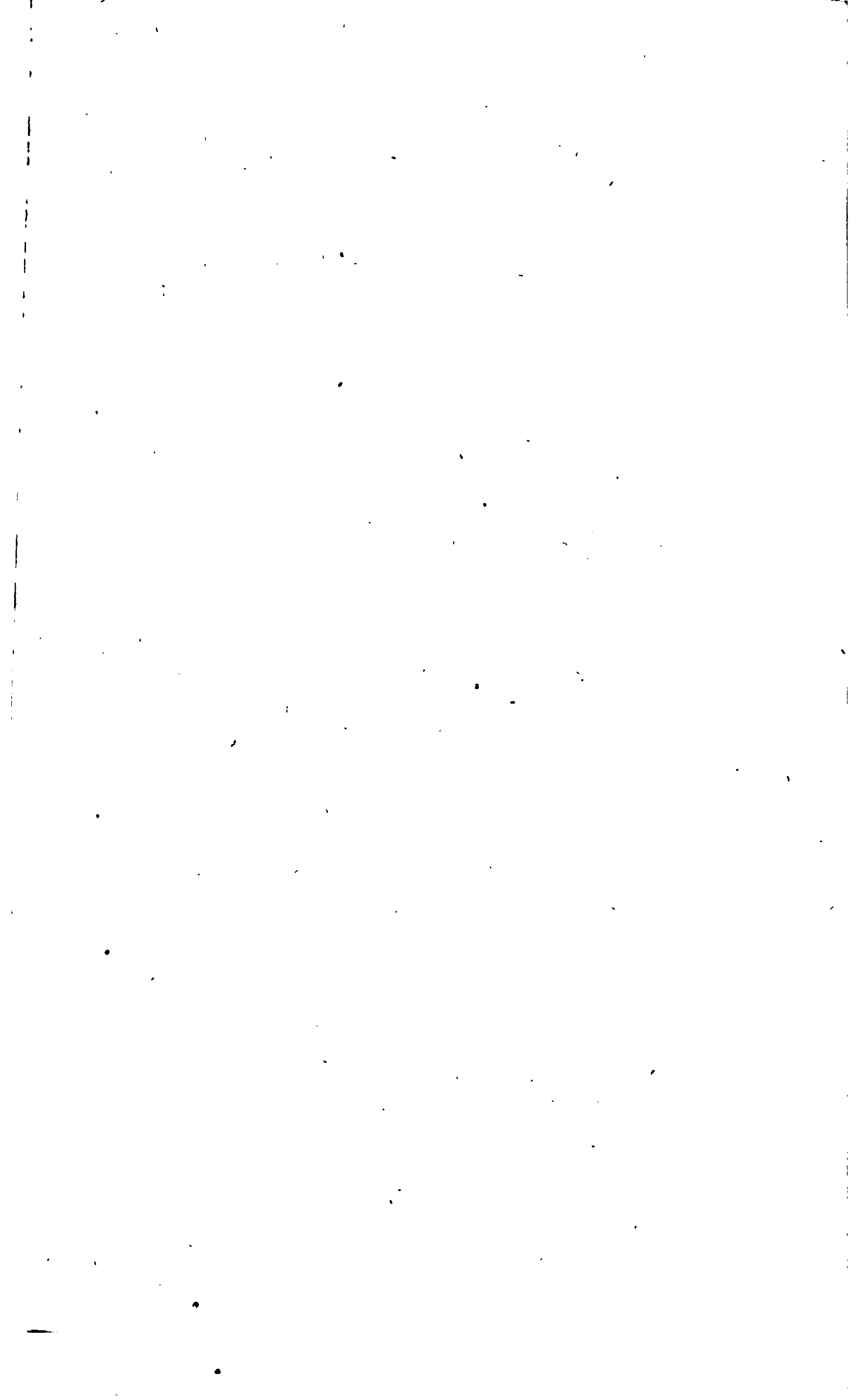
Achte verbesserte Auflage.

Mit 378 in den Text eingedruckten Holzschnitten, Sternkarten und einer illuminirten geognostischen Tafel.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1854.



Vorrede zur zweiten Auflage.

Nur wenige Monate sind vorüber, seit ich mein Buch der Natur in die Welt schickte. Dasselbe war nicht bevorwortet; das Buch selbst sollte für sich sprechen. Jetzt darf ich wohl in der Theilnahme, welche dem Werke wurde und die schon eine zweite Auflage desselben hervorruft, ein erfreulich aufmunterndes Urtheil erblicken. Auch haben sich bewährte und gefeierte Stimmen persönlich und öffentlich über das Buch der Natur ausgesprochen und der Durchführung der Idee des Verfassers, wonach er einen wissenschaftlichen Leitfaden für den Schüler und ein wissenschaftliches Lesebuch für alle Stände geben wollte, volle Anerkennung gewährt.

Hierbei verkenne ich selbst jedoch am wenigsten die mehrfachen Unvollkommenheiten des Buches, die um so schwieriger zu vermeiden waren, je umfangreicher der Stoff ist. Allein theils die Kürze der Zeit, theils die Rücksicht auf Lehranstalten, welche die erste Auflage eingeführt haben, gestatten mir nicht die Vornahme größerer Veränderungen. Abgesehen von der Verbesserung der in der ersten Auflage angeführten Druckfehler u. s. w., ist diese eine vollkommen unveränderte Auflage.

Lehrer, welche das Buch gebrauchen, darf ich wohl insbesondere aufmerksam machen darauf, daß ich seinen Inhalt stets als das Mindeste des Wissenswerthen angesehen haben möchte, daß ich voraussetze, ja verlange, es möge Jeder aus dem Schatze eigenen Wissens, größerer Werke, aus Monographien, Reisebeschreibungen, Kupferstichwerken, aus Sammlungen und lebendigen Beispielen jeder Art das Passende und Wünschenswerthe hinzufügen. Nie werde versäumt, auf den innigen Zusammenhang der Naturerscheinungen mit der Culturgeschichte des Geistes hinzuweisen, und weniger die einseitige Herausbildung einer Kategorie des Wissens erstrebt, als die harmonische Ergänzung der Geistesbildung durch die Wissenschaft der Natur.

Worms, den 1. Sept. 1846

Dr. Fr. Schoedler.

Vorrede zur dritten Auflage.

Eine dritte Auflage des Buches der Natur war schon zur Herbstmesse 1847 nöthig geworden, allein der Verfasser konnte den Wünschen der Verlagshandlung nicht nachgeben, jene so rasch zu befördern, daß ihm eine gründliche Bearbeitung unmöglich gewesen wäre. Sowohl die eigene, bei Benutzung des Buches im Unterricht gemachte Erfahrung, als auch Beurtheilungen von anderer Seite ließen mir diesmal wesentliche Veränderungen nothwendig erscheinen. Je größer die dem Werke bewiesene Theilnahme ist, desto fühlbarer wird mir die Verpflichtung, das Mögliche aufzubieten, um dasselbe stets seinem Zwecke angemessen und auf dem Höhenpunkte der Wissenschaft zu halten. Erfreulich war es mir, die kritischen Stimmen in den wichtigeren Punkten fast vollständig mit meinen eigenen Ausstellungen übereinstimmend zu finden und ich darf hoffen, durch diese dritte Auflage eine genügende Beantwortung mehrfach geäußerter Fragen und Wünsche gegeben zu haben. Zunächst hatte sich der Mangel einer Darstellung der Astronomie fühlbar gemacht, welcher jetzt die erforderliche Stelle und Ausdehnung geworden ist. Bedeutende Veränderungen waren ferner in dem botanischen Abschnitt nöthig geworden, vorzüglich bedingt durch Schleiden's wissenschaftliche und kritische Behandlung der Botanik, wodurch für manche Verhältnisse, wie z. B. die Fortpflanzungslehre, ganz neue Anschauungspunkte in den letzten Jahren gewonnen worden sind. In der Zoologie endlich konnte Oken's System nicht beibehalten werden, indem es, den Anforderungen der wissenschaftlichen Forschung gegenüber sich nicht bewährend, vereinzelt geblieben ist. Statt dessen wurde das modificirte System von Cuvier angenommen, so wie es jetzt fast durchgehends Geltung sich verschafft hat, und bei der Nothwendigkeit, für einen derartigen Abriß an ein gegebenes größeres Werk sich anzulehnen, hierzu das Handbuch von Wiegmann erwählt. Weniger in's Auge fallend sind die Veränderungen in den übrigen Theilen, wo jedoch manches Neuere hinzugefügt, Anderes in Form und Inhalt verbessert wurde. Es betrifft dieses z. B. im chemischen Theile die Herstellung der Nomenclatur der Säuren, Notizen über Schießbaumwolle, Aether, Chloroform, Knallsilber u. s. w. — im physikalischen Theile wurde u. a. dem Heber, dem Regenbogen und dem galvanischen Telegraph der mögliche Raum gegönnt. Im mineralogischen Abschnitt erscheint als bemerkenswerth die Veränderung der Reihenfolge der Gebirgsformationen, indem jetzt mit den ältesten beginnend zu den jüngeren übergegangen wird u. s. w.

Einem anderen sehr dringend fühlbar gewordenen Bedürfniß ist durch Anfügung sowohl eines alphabetischen als systematischen Inhaltsverzeichnisses genügt worden.

Dagegen konnte ich mich keineswegs entschließen, auf manche Wünsche Rücksicht zu nehmen, welche durchaus unvereinbar sind mit der dem ganzen Werke zu Grunde liegenden Idee. Dieser gemäß soll das Buch der Natur in möglichst gedrängter Weise eine Uebersicht der Gesammtnaturerscheinung geben, es soll ganz vorzüglich die allgemeinen Gesetze, die Grundlage der einzelnen Erscheinungen in einfacher und klarer Weise entwickeln und von diesen letzteren nur diejenigen hinzufügen, die entweder als Beispiele dienen, oder wegen ihren Beziehungen zum Leben besonders wichtig sind. So muß der physikalische Theil zwar das Gesetz des Hebels erläutern, allein unmöglich kann derselbe nach dem vorgesteckten Plan der eigentlichen Mechanik eine besondere Stelle einräumen. Dieses ist die Sache des Lehrers, der, falls die Verhältnisse es wünschenswerth erscheinen lassen, hier ergänzend einwirken muß.

Aus demselben Grunde kann auch im botanischen Theile keine Charakteristik der Pflanzenfamilien, noch viel weniger der einzelnen Species gegeben werden. Lehrer und Leser, die in den einzelnen Gebieten weiter und mehr in's Einzelne zu gehen wünschen, sind auf die geeigneten Werke hingewiesen. In unserem Buche würde der Ueberblick verloren werden, wenn des Einzelnen allzuviel wäre. Vorwürfe über Unvollständigkeit rühren meist von Fachgelehrten her, welche allerdings nicht in den schwierigen Fall kommen, über die Unzulässigkeit irgend eines Theiles der gegebenen Wissenschaft entscheiden zu müssen, und es kann z. B. einem Physiker unbegreiflich erscheinen, wie die Polarisation des Lichtes, die Thermo-Electricität und so manches Andere hier nicht einmal dem Namen nach in Erwähnung gekommen ist.

Das Buch der Natur soll für den Laien ein ansprechendes Lesebuch, für Gymnasien und technische Mittelschulen (nicht für höhere Lehranstalten) ein Leitfaden beim Unterricht sein und die Erfahrung zeigte mir, daß es für diesen Zweck eher zu umfangreich als zu beschränkt ist. Wenn, wie dem Verfasser bemerkt wurde, für die Realschulen eines Landes die Haltung des Buches zu hoch, nämlich zu wissenschaftlich ist, so ist dies ein Beweis dafür, daß die dortigen Realschulen etwa nur verbesserte Volksschulen, nicht aber technische Mittelschulen in dem Sinne sind, wie ich sie in meiner Schrift: »Das höhere technische Schulwesen &c.« charakterisirt habe.

Auf eine Trennung des Buches der Natur in zwei oder mehr Theile einzugehen, konnte ich mich, mehrfacher Wünsche ungeachtet, nicht entschließen. Ich überlasse es jedem Einzelnen, dem das Buch zu schwer erscheint, es nach

Belieben in zwei Theile binden zu lassen. Den Schülern meiner Lehranstalt empfehle ich dieses, sowie das Durchschießen mit Schreibpapier zum Eintragen von Notizen. Sonst aber halte ich es gerade für einen Vortheil, daß hier Alles beisammen in einem Buche ist, und sehe den Nachtheil nicht ein, daß, wenn ein Lehrer mit der Botanik beginnen will, in demselben Lehrbuche auch die Physik und die Chemie enthalten sei. Ueberdies ist dasselbe gar nicht einmal so dickleibig, wie manche Grammatiken, Lexika und andere Schulbücher, die mir zu Gesicht gekommen sind. Wie häufig kommt der Fall vor, daß der Schüler einer Anstalt später ein- oder früher austritt, so daß er das eine oder andere Fach versäumt, wo ihm dann die Anordnung dieses Buches ein Ausfüllen der Lücke wesentlich erleichtert. Ueberdies ist der Preis des Buches ein so mäßiger, daß er im Vergleich mit den Erfordernissen aller übrigen Lehrgebiete gar nicht in Anschlag kommt, selbst wenn ein Schüler in den Fall kommen sollte, auch eine spätere Ausgabe anschaffen zu müssen.

Zum Schlusse bleibt mir noch die Erfüllung der angenehmen Pflicht, meinen gelehrten Freunden, den Professoren Müller in Freiburg, von Liebig und Knapp in Gießen, Blum in Heidelberg und Valentin in Bern, die durch ihren kritischen Rath bei dieser Ausgabe mich wesentlich unterstützten, meinen lebhaftesten Dank auszusprechen.

Worms, den 1. Mai 1848.

Dr. Fr. Schoedler.

Vorrede zur vierten Auflage.

Ich habe diese neue Auflage nur mit wenigen Worten zu begleiten. Das Bedürfniß derselben hat sich so rasch fühlbar gemacht, daß ich hierin eine Anerkennung der bedeutenden, in der dritten Auflage vorgenommenen Verbesserungen wohl erkennen darf. Weitere kritische Stimmen, welche ich im Interesse des mir vorgesteckten Zieles stets die vollste Aufmerksamkeit widme, sind mir noch nicht hörbar geworden und so ist denn diese vierte Auflage ein im Wesentlichen ganz unveränderter Abdruck der vorhergehenden. Möge dieselbe in immer weiteren Kreisen die Theilnahme für eine Wissenschaft erwecken, aus der so viele Keime der Geistes- und Lebensbildung sich entwickeln lassen.

Worms, den 27. März 1849.

Dr. Fr. Schoedler.

Vorrede zur fünften Auflage.

Wenn ein Werk eine so rasche und ausgedehnte Verbreitung gewinnt, wie sie dem Buch der Natur zu Theil geworden ist, so kann nicht eine jede wünschenswerthe Verbesserung bei neuen Ausgaben sofort in Ausführung gebracht werden, ohne in Lehranstalten, wo das Buch im Gebrauch ist, mehr Störung zu veranlassen, als Vortheil zu gewähren. Ich sage dies aus eigener Erfahrung und bitte deshalb um Nachsicht mit mancher Unvollkommenheit. Als eine Verbesserung, die wünschenswerth und zugleich von Jedem, der das Buch benutzt, leicht selbst auszuführen ist, betrachte ich die Einführung der kleinen chemischen Aequivalent-Zahlen anstatt der von Berzelius angenommenen größeren. Diese kleinen chemischen Zahlen werden bekanntlich erhalten, wenn jede der S. 195 bei den einfachen Stoffen angeführten Zahlen durch 12 dividirt wird, wonach diese und alle bezügliche im Texte vorkommenden Zahlen zu ändern sind. Folglich: 1) Sauerstoff, O=8. 2) Wasserstoff, H=1. 3) Stickstoff, N=14 u. s. w.

Worms, den 15 Mai 1850.

Dr. Fr. Schoedler.

Vorrede zur sechsten Auflage.

Wenn Rücksichten auf Lehranstalten in den letzten Auflagen des Buches der Natur keine wesentliche Veränderung zulässig machten, so ist doch ein Zeitraum von drei Jahren für das Gebiet der Naturwissenschaften eine zu lange Periode, als daß ihr Einfluß bei dieser neuen Auflage unbeachtet bleiben könnte. Durch das ganze Buch wird man das Bestreben des Verfassers erkennen, dasselbe zu verbessern und am geeigneten Orte auch zu vermehren. In der Physik wird man zunächst eine zweckmäßigere Anordnung, sodann aber eine Erweiterung des mechanischen Theiles finden. Es erschien angemessen, eine Erklärung des scharfsinnigen Mechanismus der Uhr und der althergebrachten Einrichtung der Mühle, die beide dem täglichen Bedürfnisse so nahe gerückt sind, in einem Buche nicht vermissen zu lassen, wo die Luftpumpe, die Elektrisirmaschine und die Dampfmaschine einen Platz gefunden haben. Der astronomische Theil hat einen wesentlichen Zuwachs an einer großen Sternkarte erhalten, die in Verbindung mit der beigefügten Horizontalscheibe Jeden in den Stand setzt, die wichtigeren Gestirne kennen zu lernen. Im chemischen Theile wurden die bequemeren kleinen Atomzahlen und im organischen Abschnitt eine passendere

Reihenfolge eingeführt. Daselbst ist auch eine Erläuterung der organischen Radikale neu hinzugekommen. Die Botanik, in fortwährender Entwicklung ihres anatomischen und physiologischen Theiles begriffen, hat an den betreffenden Stellen eine gänzliche Umarbeitung erfahren, während Aenderungen im mineralogischen und zoologischen Theile nur in untergeordneter Ausdehnung geboten erschienen.

Der Verfasser hofft, daß diese Verbesserungen dienen werden, die seinem Werke seither gewordene Anerkennung zu befestigen und zu verbreiten, um so mehr, als eine unterdessen in England erschienene Uebersetzung desselben sich der günstigsten Aufnahme zu erfreuen hatte. Derselbe fühlt sich zugleich verpflichtet, dem Verleger, Herrn Eduard Vieweg, seine lebhafteste Anerkennung für den fördernden Antheil auszusprechen, den er an dem Buche der Natur genommen hat. Im Hinblick auf dessen weitere Unternehmungen ist es als ein glücklicher Umstand zu bezeichnen, wenn die Wissenschaften einen Vermittler finden, der in sich Sachkenntniß, Hingebung und Energie vereinigt.

Worms am Weihnachtstag 1851.

Dr. Fr. Schoedler.

Vorrede zur siebenten Auflage.

Mit Sorgfalt war ich bemüht, auch dieser Auflage manche Verbesserung und Berichtigung zu Theil werden zu lassen, und dankend berücksichtigte ich dabei mehrfache, von freundlicher Hand mir gewordene Bemerkung.

Unzulässig erschien es mir dagegen, Anforderungen nachzukommen, wonach das Verhältniß der einzelnen Theile des Buches, oder deren Behandlung wesentlich verändert würde, wie z. B. durch eine mathematisch begründende Darstellung der Physik. Für Anstalten, welche so glücklich sind, hierfür die erforderliche Zeit und Kraft verwenden zu können, fehlt es nicht an anderen Hülfsmitteln, die ich selbst wiederholt angeführt und empfohlen habe.

Ich hatte bisher die Genugthuung, daß vom hiesigen Gymnasium zum Studium der Medicin auf die Universität abgegangene Schüler schon nach einem Jahre das naturwissenschaftliche Vorexamen mit Leichtigkeit erledigten und zwar in Gießen. Dies erscheint mir genügend. Auch ist mir für das Buch der Natur in seiner jetzigen Form die weitere Anerkennung ebenso erfreulich als maßgebend, daß indessen außer der englischen Uebersetzung noch eine holländische und eine ungarische erschienen sind.

Worms, 1. Juni 1853.

Dr. Fr. Schoedler.

Vorrede zur achten Auflage.

Dem Gebrauche folgend begleite ich auch diese Auflage mit einigen Worten. Es sind derselben mehrfache Verbesserungen zu Theil geworden, wozu bei der Entfernung des Verfassers vom Druckort leicht Veranlassung entsteht. Insbesondere ist jedoch diesmal nach dem von Cotta gegebenen Beispiel eine in farbigem Tondruck ausgeführte und dadurch volle Gleichmässigkeit verbürgende geognostische Karte an die Stelle der illuminirten Tafel gesetzt worden.

Die Wiederkehr stets vermehrter Auflagen, sowie die in sieben Sprachen veranstalteten Uebersetzungen dieses Buches sind mir erfreuliche Beweise seiner fortschreitenden Anerkennung und Verbreitung.

Worms, am 1. Juli 1854.

Dr. Fr. Schoedler.



Inhalt.

Botanik 431



liegt seit Jahrtausenden aufgeschlagen vor dem Blicke des Menschen. Es ist in großen und herrlichen Zügen geschrieben, es enthält das Wunderbare und das Nützliche, und neben dem Glänzenden hat auch das Unscheinbare seine Bedeutung und seine Stelle.

Zu allen Zeiten und aller Orten hat der Mensch die Sprache der Natur zu verstehen gesucht. Tausende haben dieselbe deshalb nicht nur flüchtig und obenhin, sondern mit Ernst und Tiefe betrachtet, und die ersten Geister der Menschheit waren bemüht, den Inhalt dieses Werkes verständlich und zugänglich zu machen.

Und dennoch war der Erfolg dieses Strebens nur unvollständig, dennoch sind in diesem Buche noch viele Zeichen und Seiten, die wir nicht verstehen, die uns dunkel erscheinen und deren Zusammenhang mit anderen wir nur zu ahnen oder vermuthen vermögen. Aber so wie bei einer alten Inschrift der Inhalt hervortritt, wenn es gelingt, nach und nach die einzelnen Zeichen zu erkennen, so gelangte die Menschheit Schritt vor Schritt weiter im Verständnisse der Natur.

Wie früh auch die Menschen der Naturbetrachtung sich zuwendeten, so geschah dies doch nicht immer mit gleicher Aufmerksamkeit. Ein so geheimnißvolles und wunderreiches Werk erfordert die Ruhe und Gelassenheit

des Lesers. Aber diese finden wir selten, wenn wir zur Geschichte der Völker früherer Zeiten hinaufsteigen. Da war so Vieles erst zu erwerben und einzurichten, daß nur selten Einzelne Zeit gewannen, einen flüchtigen Blick der Natur zuzuwerfen. Da mußten vor Allem Staaten gegründet, geordnet und gesichert werden, und kaum fingen diese, meist nach unzähligen Kriegen und anderen Mühsalen an, sich zu erholen und zu befestigen, so war es das Dringendste, sich mit dem Gesetze zu beschäftigen, das Recht und Eigenthum begründet, und dem Bedürfnisse des religiösen Gefühles Genüge zu leisten, wozu hülfreich die heiteren Künste mitwirkten.

Daher sind denn die Wissenschaften vom Staate, vom Recht und der Religion und durch diese die Künste bei weitem früher und vollständiger ausgebildet worden, als die Wissenschaft der Natur.

Verfolgen wir nun den von der letzteren zurückgelegten Weg.

Aelteste Zeit.

Die ältesten Völker begnügten sich damit, die Natur zu benutzen und zu genießen, ohne sie näher zu erforschen. Dieselben hatten noch Alles zu erlernen! Daher sehen wir bei ihnen zunächst nur Jagd, Fischfang und später auch Viehzucht und Ackerbau als die einfachsten Gewerbe, die des Menschen Bedürfniß nach Nahrung und Bekleidung befriedigen. Doch sahen sie, gerade wegen ihres beständigen Verkehrs mit der Natur, Manches gelegentlich und sammelten Erfahrungen, die ihren Nachfolgern nützlich wurden.

Die **Chinesen** und **Aegypter**, die schon frühe ziemlich festgeordnete Staaten bildeten, sind die Ersten, bei welchen eine große Anzahl von Künsten und mehrere Einrichtungen angetroffen werden, welche darauf hindeuten, daß sie in vertrauterem Verkehr mit der Natur standen. Doch hatten beide Völker aus jenem Buche nur einzelne Worte und Stellen aufgefaßt. Der innere Zusammenhang ihrer Erscheinungen, das Verständniß selbst der weniger dunkelen Stellen blieb ihnen verschlossen.

Mittlere Zeit.

Die **Griechen**, das gebildetste Volk des Alterthums, lebten inmitten einer herrlichen Natur, die ihnen reichlich die Bedürfnisse des Lebens lieferte. Sie waren deshalb weniger genöthigt, durch Arbeit und Forschung der Natur

ihr Schätze abzuringen, und drangen daher weniger tief in dieselbe ein, als man hätte erwarten sollen. Dagegen war der Geist, sowohl der ganzen Natur, als der des Menschen mehr der Gegenstand ihrer Betrachtungen und ihres Nachdenkens, so daß sie die Wissenschaften des Geistes in ungleich höherem Grade ausbildeten, als die der Natur.

Das mächtige Volk der Römer wollte nur erobern und herrschen. Kriege führen und den Unterjochten Gesetze vorschreiben, war ihre Hauptbeschäftigung, und es entwickelte sich bei ihnen niemals jener Sinn für die Wissenschaften, der dieselben mit Liebe und Ruhe hegt und pflegt. Und so sehen wir, daß dieses Volk, welches alle Reiche sich unterwarf, nicht in das Reich der Natur zu dringen vermochte, und während es allen Völkern Gesetze vorschrieb, hatte es keine Ahnung von den ewigen, unwandelbaren Gesetzen, welche in der Natur über den vergänglichen der Menschen walten.

Nach dem Verfall des großen Römerreichs trat für Europa eine sturmbewegte Zeit ein. Ungeheure Völkerschaaren verließen ihre Heimath, und neue Wohnsitze suchend, brachten sie Krieg und Verwirrung überall hin, wo ihr Zug wie ein vernichtender Strom sich ergoß. Da erblühten keine Künste, und die Wissenschaft wanderte aus und suchte in den ruhigeren Ländern Asiens eine günstigere Stätte. Dort wurde Vieles erhalten, gepflegt und weiter gebildet, während Europa von wilden Kämpfen zerrissen wurde, und viele werthvolle Kenntnisse aus dem Bereiche der Natur wurden uns dorther wieder durch die Kreuzzüge und die Araber zurückgebracht.

Neuere Zeit.

Allmälig gestalteten sich jedoch in Europa die Verhältnisse günstiger. Das durch Märtyrerkämpfe erstarkte Christenthum vereinigte die Völker gegen das Anstürmen fremder Barbaren, das deutsche Kaiserreich erhob sich glorreich und mächtig und gewährte Schutz und Schirm. Und wenn auch jetzt noch Kriege und Züge häufig waren, so sehen wir doch, daß innerhalb der stillen Klöster und der Ringmauern mächtiger Städte Wissenschaft und Kunst, Handel und Gewerbe eine Zuflucht gefunden hatten und rasch emporblühten. Die Menschen wohnten jetzt dichter beisammen, ihre Bedürfnisse vermehrten sich, und schon aus diesem Grunde wendete man der Natur eine größere Aufmerksamkeit zu und sann auf Mittel, in reicherem Maaße ihr Schätze abzugewinnen. Noch andere Ursachen wirkten mit zur Beförderung der Naturwissenschaft. Die Erfindung der Buchdrucker-

kunst machte es leicht, jeden Gedanken, jede Erfahrung und Beobachtung festzuhalten und überall hin zu verbreiten, und die Entdeckung Amerikas, welche den erstaunten Europäern eine Menge neuer und merkwürdiger Gegenstände zu Gesichte brachte, reizte nicht nur die Neugierde, sondern auch die Lust nach genauerer Forschung. Außerdem aber waren in Italien, Frankreich, Deutschland und England nach und nach gelehrte Schulen und Universitäten entstanden, Stätten, an welchen alle Wissenschaften durch die ausgezeichnetsten Männer ihrer Zeit gepflegt wurden. Die Erforschung der Natur wurde bis dahin vorzugsweise von den Aerzten gefördert, denn diese waren ihres Zweckes willen schon in den frühesten Zeiten auf das Ergründen der Natur hingewiesen.

Von nun an war kein Rückgang oder auch nur Stillstand der Wissenschaften mehr möglich. Ein jedes Jahr vermehrte den Schatz der vorhandenen Kenntnisse, Entdeckungen und Erfindungen folgten rasch auf einander, und während früher Viele das Studium der Natur nur in der Absicht unternommen hatten, Nutzen und Gewinn daraus zu ziehen, beschäftigten sich jetzt Tausende damit, weil sie im Lesen dieses wunderbaren Buches eine Quelle der reinsten und schönsten Freuden erkannten.

Neueste Zeit.

So nähern wir uns der Gegenwart. Ausgerüstet mit allen Erfahrungen der Vorzeit, gesegnet durch langjährigen Frieden ist sie den Wissenschaften günstiger als jede frühere Zeit. Seit mehr als einem Vierteljahrhundert haben Europas große Völker das Schwert von einander abgewendet, und Deutschland, England und Frankreich wetteifern nicht mehr im blutigen Waffenwerke, sondern in Wissenschaft, Kunst und Gewerbe.

Vorzüglich aber war es die Natur, welcher viele der hervorragendsten Geister sich zuwandten. Man erkannte lebhaft die hohe Bedeutung der Naturforschung für Philosophie, Medicin, für Wald- und Landbau und die Mehrzahl der Gewerbe. Das Zusammenwirken so günstiger Umstände und so zahlreicher Kräfte hatte riesenhafte Fortschritte zur Folge.

In Deutschland zuerst bildete sich ein allgemeiner Verein der Naturforscher, jedes Jahr all' Diejenigen an einem Orte versammelnd, welche mit Liebe, mit Begeisterung der Natur huldigen. Von den Nachbarstaaten und von den fernsten Theilen der Erde strömten Gleichbeseelte herbei, und ein Austausch des Wissens und der Gedanken wirkte belebend weiter.

Denn die Wissenschaft hat keine Geheimnisse mehr, die sie ängstlich und neidisch verbirgt, sondern frei und freudig sprudelt ihre Quelle für Jeden, der mit dem edlen Durst des Wissens ihr naht.

Dir aber, glückliche Jugend der Gegenwart, deren Wiege im Schatten des Oelzweiges stand, rufe ich zu: Nütze diese herrliche Zeit und befreunde Dich mit der Natur!

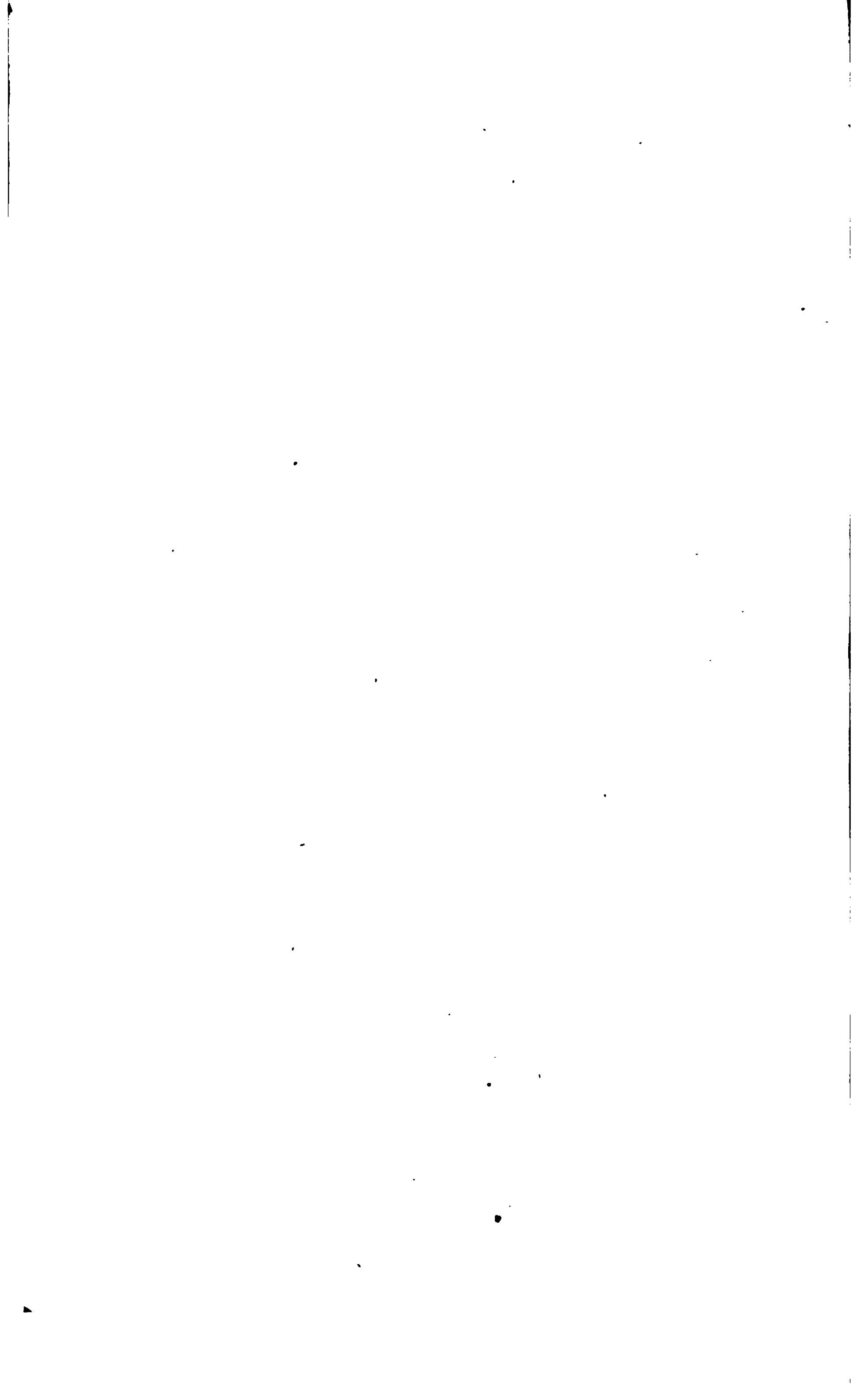
Denn gleichwie nach der Meinung der Alten dem Menschen mit jeder neuen Sprache, die er erlernt, eine neue Seele entsteht, so erwächst ihm mit jedem neuen Zweige der Naturwissenschaft ein neuer Sinn.

Und mit den Worten Göthe's:

»So spricht die Natur zu bekannten, verkannten, unbe-
»kannten Sinnen, so spricht sie mit sich selbst und zu
»uns durch tausend Erscheinungen; dem Aufmerksamen
»bleibt sie nirgends todt, noch stumm —«

empfehle ich Dir





Einleitung.

1.

Natur nennen wir den Inbegriff oder die Gesammtheit Alles Dessen, was durch die Sinne wahrgenommen werden kann.

Wir fühlen Dasjenige, was unsere Haut berührt, wir sehen Alles, was in der Nähe und Ferne dem Auge sich darbietet, wir hören das mannichfache Geräusch um uns her, wir riechen den Duft der Blumen und schmecken das Eigenthümliche der verschiedenen Dinge.

Die Sinne sind daher die eigentlichen Vermittler zwischen Geist und Natur. Sie allein geben dem Geiste Nachricht von dem Vorhandensein Desjenigen, welches außer ihm sich befindet, so daß er nur durch die Sinne zum Bewußtsein einer Außenwelt gelangen kann.

Es ist unmöglich, daß der Geist sich die Vorstellung irgend eines Theils der Natur bildet, der ihm sinnlich nicht darstellbar ist. Der Blinde z. B. kann zwar durch das Tasten die Form der Dinge zu seinem Bewußtsein bringen, aber er wird nicht die geringste Vorstellung von den verschiedenen Farben haben. Es ist auch nicht möglich, ihm diese durch die Beschreibung zu verleihen. Man kann das Blau, das Roth ebenso wenig beschreiben, als einen Ton oder einen Geschmack.

Wenn daher der Geist in der Erkenntniß der Natur voranschreiten soll, so ist er vor Allem darauf angewiesen, sie durch die Sinne zu betrachten; er muß gleichsam seine Diener aussenden in das ihm unbekannte Reich und nach deren Berichten seine Vorstellungen bilden. Vergeblich wird selbst der größte menschliche Geist es versuchen, das Wesen der Natur im Ganzen oder im Einzelnen rein auf dem Wege des Denkens zu ergründen und zu erklären. Immerhin wird er auf die sinnliche Wahrnehmung zurückgewiesen werden und die Geschichte zeigt, daß gerade Diejenigen, welche, jenen Führer verachtend, allzu kühn aus dem Geiste allein die Natur erfassen wollten, am weitesten sich verirrten.

2.

Indem wir also mit Recht der sinnlichen Wahrnehmung einen hohen Werth für die Erkenntniß der Natur beilegen, so reicht sie allein hierfür

doch nicht aus. Das Kind und der Blödsinnige sind eben sowohl als der Wilde sinnlichen Eindrücken unterworfen. Allein sehr gering wird bei diesen das Verständniß der Natur sein, denn es fehlt ihnen der gehörig entwickelte Geist, welcher das Wahrgenommene richtig auffaßt, zum Bewußtsein bringt, ordnet und vergleicht. Der Geist allein kann den Zusammenhang der verschiedensten Wahrnehmungen erkennen und so durch die Sinne geleitet zur tieferen Einsicht in die Natur gelangen.

Das aufmerksame Betrachten der Natur nennen wir Beobachten und das Beobachten mit dem Zweck der Erkenntniß heißt Forschen. Wenn wir selbstthätig gewisse Bedingungen erfüllen, um irgend eine Wahrnehmung genauer beobachten oder wiederholen zu können, so nennt man dies einen Versuch oder ein Experiment.

3.

Nicht alle Wahrnehmungen wirken von außen in gleicher Weise auf jeden unserer Sinne. Dasjenige, was sich gleichzeitig eben sowohl dem Gefühl als auch dem Gesicht darstellt, wird Gegenstand genannt. Steine, Pflanzen, Thiere sind daher Gegenstände. Daß wir diesen letzteren auch die Luft und die Himmelskörper einzureihen berechtigt sind, wird erst vollkommen klar bei näherer Bekanntschaft mit der Natur.

Dagegen nennen wir Erscheinung diejenige Wahrnehmung, welche an und für sich in derselben Zeit nur einem einzigen unserer Sinne sich offenbart. Die Wärme ist nur durch das Gefühl, das Licht durch das Auge, der Schall durch das Ohr empfindbar, daher denn Wärme, Licht und Schall als Naturerscheinungen bezeichnet werden.

Gewisse Erscheinungen, wie z. B. die Farbe, den Geruch und den Geschmack mancher Körper pflegt man auch als Eigenschaften zu bezeichnen.

Die Gegenstände erfüllen den Raum und dienen dadurch zum Messen und Vergleichen desselben, die Erscheinungen erfüllen die Zeit und theilen dieselbe ab durch ihre Reihenfolge und Wiederkehr.

Die Natur offenbart sich also in Gegenständen und in Erscheinungen.

4.

Fassen wir einen Gegenstand näher in's Auge, so wird er nicht zu jeder Zeit in ganz gleicher Weise sich darstellen. Gewisse Veränderungen an demselben sind leicht zu bemerken. Bald verändert er seine Stelle, bald seine Form, bald seine Farbe, kurz an jedem Gegenstande lassen sich mehr oder weniger auffallende Erscheinungen wahrnehmen.

Was ist nun der Grund der Erscheinungen — woher kommen diese Veränderungen, welchen die Gegenstände beständig unterworfen sind?

Wir wollen versuchen, diese Frage durch ein Beispiel zu beantworten:

Auf der Erde liege ein Stein. Ich ergreife denselben und hebe ihn in die Höhe. Offenbar verändert hierdurch der Stein seine Stelle, wir sehen, daß er eine Bewegung macht. Der Stein ist Gegenstand, die Bewegung ist Erscheinung.

Was war zunächst der Grund oder die Veranlassung dieser Bewegungserscheinung.

Niemand wird darüber in Zweifel sein. Es war in diesem Falle mein eigener Wille, meine eigene Thätigkeit, die durch das Ergreifen und Aufheben des Steines denselben in Bewegung setzte und aus seiner Stelle brachte.

Aber was geschieht, wenn ich jetzt den aufgehobenen Stein sich selbst überlasse, indem ich meine Hand öffne und sie hinwegziehe? Bleibt der Stein da, wo er sich eben befindet?

Keineswegs — er bleibt nicht etwa in der Luft hängend oder schwebend, sondern in dem Augenblicke, wo ich meine Hand von ihm abziehe, fällt er zur Erde.

Wir haben hier abermals eine Erscheinung der Bewegung und zwar ist diese ganz unabhängig von unserem Willen. Denn wenn wir auch in dem Augenblicke, wo der Stein sich selbst überlassen wird, den entschiedensten Willen aussprechen, daß derselbe an der Stelle, die er einnimmt, verbleiben möchte, so wird er nichts desto weniger nach der Erde fallen.

Wie die Erfahrung lehrt, ist es hierbei gleichgültig, wie hoch wir den Stein in die Höhe heben, ja alle übrigen Gegenstände zeigen unter gleichen Umständen dieselbe Erscheinung.

Nothwendiger Weise muß also eine Ursache vorhanden sein, welche bei den verschiedensten Gegenständen gleichmäßig die Erscheinung des Fallens hervorbringt, eine Ursache, die gänzlich außer dem Willen des Menschen liegt, die in unsichtbarer Weise mit einem jeden Gegenstande verknüpft ist und zum Wesen desselben gehört.

Eine solche von dem menschlichen Willen unabhängige Ursache einer Erscheinung nennen wir Kraft oder Naturkraft. So z. B. wird die Kraft, welche wir als die Ursache des Fallens der Körper ansehen, Anziehung oder Schwerkraft genannt.

Da es nun eine große Anzahl sehr verschiedener Erscheinungen giebt, so könnte man wohl der Meinung sein, daß beständig eine große Anzahl verschiedener Kräfte zur Hervorbringung derselben thätig sei.

Dies ist jedoch nicht der Fall. Aufmerksame Beobachtung hat gelehrt, daß eine und dieselbe Kraft eine Menge der verschiedenartigsten Erscheinun-

gen hervorbringen kann. Es ist wahrscheinlich, daß im Ganzen genommen nur einige wenige der letzten Ursachen oder Kräfte vorhanden sind, welche alle Erscheinungen um uns her veranlassen.

Bei der Beobachtung der Natur haben wir also zunächst die sich uns darstellenden Gegenstände in's Auge zu fassen, sowie die an denselben sich offenbarenden Erscheinungen. Dann aber haben wir auch über die Ursachen oder Kräfte Rechenschaft zu geben, welche jene Erscheinungen hervorrufen. Die Gesammtheit dieses Wissens und Erkennens nennen wir Naturkunde oder Naturwissenschaft.

5.

Betrachten wir nun die Natur!

Wir machen zu diesem Zweck am besten einen Spaziergang und beachten wohl, was unseren Sinnen sich darstellt. Sogleich erblicken wir die mannichfaltigsten Gegenstände. Flur und Trift sind mit Gras und Kräutern bedeckt, und über die Hügel dehnt sich der mit Gesträuch und Bäumen erfüllte Wald, zu dessen Fuße im Thale der Fluß erglänzt, während hoch in den Lüften die Wolken dahinziehen. Auch ist nirgends Ruhe und Stillstand, die Blätter und Zweige wehen und rauschen, die Wellen wirbeln und kräuseln, und überall finden wir die verschiedensten Thiergestalten in lebendigem Regen und Treiben.

Welche Menge von Gegenständen, welche Mannichfaltigkeit der Erscheinungen! Wo beginnen wir unsere Forschung, wie halten wir das Einzelne fest in der allgemeinen Bewegung?

In der That, die Menge verwirrt — leicht verliert man den Muth, sich zurecht zu finden und wenig belehrt kehrt man nach Hause zurück.

Aber auch hier, innerhalb unserer vier Wände, wie mancherlei drängt sich da der Beobachtung auf. Die aus dem Ofen strahlende Wärme, das Verschwinden des vom Feuer verzehrten Holzes, das Geräusch des siedenden Wassers, alles dies sind Erscheinungen, die unsere Aufmerksamkeit erregen. Welch auffallendes Verhalten zeigt uns ferner verschiedenes in dem Zimmer befindliches Glas! Während die Fensterscheiben den unveränderten Anblick der Gegenstände außerhalb gewähren, zeigt uns eine Brille jeden durch dieselbe betrachteten Gegenstand vergrößert, und der Spiegel stellt uns ein getreues Abbild der eigenen Person dar.

Dies sind freilich Dinge, die wir tagtäglich sehen, die Jedermann weiß, aber fragen wir uns nach den näheren Ursachen solcher Erscheinungen, so sind diese nicht leicht auf den ersten Blick zu entdecken.

Also an Stoff, an Gegenständen des Forschens fehlt es uns nie und

nirgends. Es kommt nur darauf an, zu zeigen, wie wir es anfangen müssen, die Masse desselben zu überschauen und zu beherrschen. Alles auf einmal erfassen zu wollen, wäre unmöglich. Daher nehmen wir das Eine nach dem Anderen und verständigen uns über die Reihenfolge.

6.

So sehen wir uns zu dem Bedürfniß einer Eintheilung des ganzen Gebietes der Naturwissenschaft hingeführt. Diese ergiebt sich leicht aus dem Inhalte derselben, wenn man nur nicht Alles zu streng scheiden will, denn im Bereiche der Natur ist stets das Eine in mehr oder minder innigem Zusammenhange mit dem Anderen.

Es ist aber schwierig, Demjenigen, der den Inhalt der Naturwissenschaften gar nicht oder noch unvollkommen kennt, eine Eintheilung derselben vor Augen zu stellen, denn Jeder kann nur über Dasjenige einen klaren Ueberblick haben, was er genauer auch im Einzelnen kennt.

Wenn wir hier nichts desto weniger den Versuch machen, das große Land in verschiedene Gebiete zu sondern, so geschieht dies hauptsächlich, um den Weg anzudeuten, welchen wir beim Durchwandern desselben zu verfolgen gedenken.

Wir haben schon früher gesehen, daß die Natur theils in Gegenständen, theils in Erscheinungen sich offenbart, und hiernach zerfällt denn die Gesammtwissenschaft in zwei Haupttheile, nämlich in die Wissenschaft der Gegenstände und in die der Erscheinungen.

7.

Die Wissenschaft der Gegenstände, welche auch Naturgeschichte genannt worden ist, bildet, je nach der Art der von ihr betrachteten Gegenstände drei Abtheilungen. Wie diese sich herausstellen, läßt sich am deutlichsten an Beispielen erläutern.

Von den Tausenden der Gegenstände, die uns umgeben, wähle ich vorerst ein Stück Sandstein, Kreide oder Granit, ferner Stücke von Schwefel, Steinkohle, gewöhnlichem Töpferthone, weißem Pfeifenthone und gelbem Tripel.

Gewiß, diese Gegenstände sind unter einander sehr verschieden, allein sie bieten dennoch durch die Uebereinstimmung dar, daß ein jeder einzelne gleichartig in seiner ganzen Masse ist.

Brechen wir von dem Stücke des Sandsteins, der Kreide oder der Steinkohle ein kleines Stück ab, so haben wir in diesem denselben Sandstein, dieselbe Kreide und Steinkohle, nur ist das Stück ein kleineres. Ich

kann daher Jemanden mit den wesentlichen Eigenschaften eines dieser Körper ebenso gut bekannt machen, wenn ich ihm nur ein kleines Stück derselben vorzeige, als wenn ich ihm ganze Berge derselben zu Gesichte bringe.

An keinem dieser Gegenstände bemerken wir irgend einen Theil, der von dem anderen wesentliche Verschiedenheit zeigt, und wir können daher auch nicht annehmen, daß ein Theilchen für das Bestehen eines Stückes Sandsteins nothwendiger ist als das andere, daß ein Theilchen desselben einen besonderen Zweck oder eine andere Bestimmung habe, als das andere. Das feinste Stäubchen der Kreide, welches an meinem Finger hängen bleibt, ist ebenso gut ein Stück Kreide, als die Masse von Kreide, die ein Gebirgslager erfüllt.

Selbst der Granit, der allerdings aus verschiedenen Stoffen gemengt erscheint, bildet nur eine scheinbare Ausnahme, denn im Ganzen betrachtet ist er etwas Gleichartiges. Wie nämlich später erläutert wird, nennt man Granit ein gleichartiges Gemenge von Quarz, Glimmer und Feldspath, gleichgültig, ob seine Masse etwa nur die Größe eines Kirschkerns oder die jenes ungeheuren Blockes hat, auf welchem das Standbild Peters des Großen ruht.

Es giebt also Gegenstände, welche in ihrer Masse gleichartig sind und an welchen sich keine besonders gebildete Theile für besondere Zwecke unterscheiden lassen. Wir nennen dieselben: **Minerale**, und den Theil der Naturwissenschaft, der sich mit denselben befaßt: **Mineralogie**.

Wie ganz auf andere Weise verhält es sich dagegen, wenn ich einen Baum oder eine Staude der Betrachtung unterwerfe, oder auch nur eine Blüthe, ein Blatt oder eine Wurzel!

Wie verschieden sind da die einzelnen Theile an Gestalt, Farbe und Dichtigkeit. Leicht läßt sich erkennen, daß die besonders gestalteten Theile eines Baumes auch besondere Zwecke und Bestimmungen haben, denn man nehme demselben seine Wurzel oder seine Rinde oder Blätter, und bald sehen wir, daß es um das Bestehen des Baumes geschehen ist. Auch können wir uns durchaus nicht aus dem gegebenen Theile eines Baumes eine richtige Vorstellung über sein Ganzes machen, wenn uns dieses vorher gänzlich unbekannt war.

Noch auffallender aber ist das, was wir im Innern der Wurzel, Rinde und Blätter eines Baumes bei aufmerksamer Betrachtung, namentlich mit Hülfe des Vergrößerungsglases, wahrnehmen. Wir sehen, daß darin Säfte in Bewegung sind, die auf- und absteigen, daß Flüssigkeiten aus denselben verdunsten oder von denselben aufgenommen werden. Nur von außen be-

merken wir an Bäumen, Sträuchern und Halmen keine Bewegung, die von diesen selbst ausgeht oder veranlaßt wird. Der Wind schüttelt oder beugt zwar die Aeste und Wipfel der Eiche, die aber von selbst nicht ein Blättchen zu regen im Stande ist. Der Wind und der Sämann streuen den Samen über das Land; der Halm aber steht für sich selbst unverrückbar an der Stelle, wo er wurzelte.

Gegenstände mit besonders gestalteten, zu besonderen Zwecken bestimmten Theilen ohne freiwillige Bewegung, nennen wir: **Pflanzen**, und die Wissenschaft derselben: Pflanzenkunde oder **Botanik**.

Aber es giebt noch Gegenstände in Menge, die ebenso wenig ihrer ganzen Masse nach gleichartig sind wie die Pflanzen, die gleich diesen mit besonders gestalteten Theilen ausgestattet sind, welchen besondere Verrichtungen obliegen, in deren Innerem eigenthümliche Bewegungen stattfinden und die wir dennoch nicht zu den Pflanzen zählen.

Sie unterscheiden sich von diesen dadurch, daß sie einer freien, äußeren Bewegung fähig sind, wodurch sie nicht allein die Lage und Stellung ihrer einzelnen Theile verändern können, sondern auch im Stande sind, sich von einem Orte nach dem anderen zu begeben, ihre Stelle zu wechseln.

Gegenstände mit besonders gebildeten, zu besonderen Verrichtungen dienenden Theilen, die freiwilliger Bewegung fähig sind, heißen **Thiere** und ihre Wissenschaft wird Thierkunde oder **Zoologie** genannt.

Sämmtliche Gegenstände sind demnach entweder gleichartig wie die Minerale, oder ungleichartig, wie die Pflanzen und Thiere. Die letzteren haben besonders gebildete, zu gewissen Verrichtungen dienende Theile, welche Organe heißen. Die Gesammtthätigkeit aller Organe einer Pflanze oder eines Thieres nennen wir Leben, daher denn auch Pflanzen und Thiere als belebte Gegenstände bezeichnet werden, im Gegensatze zu den unbelebten Mineralien.

8.

Die Wissenschaft der Erscheinungen, die mitunter als Naturlehre bezeichnet wird, läßt sich ebenfalls in mehrere Theile unterscheiden. Die Beobachtung zeigt uns nämlich, daß alle Naturerscheinungen drei Hauptgruppen bilden, jede mit besonderer Eigenthümlichkeit. Auch diese werden wir durch Beispiele am faßlichsten erläutern.

Gesetzt, ich schlage mit dem Hammer an eine Glocke, so vernehme ich einen Schall. Dasselbe findet beim Anstreichen an eine gespannte Saite mit dem Bogen Statt. Ein linsenförmig geschliffenes Glas zeigt mir eine Ver-

größerung eines jeden dadurch betrachteten Gegenstandes, und mit derselben Glaslinse können wir Sonnenstrahlen auffangen, sie in einem Punkte sammeln und dadurch brennbare Körper entzünden. An jedem aufgehobenen und sich selbst überlassenen Gegenstande sehen wir die Erscheinung des Falles; mit der stark gespannten Senne des Bogens ertheilen wir dem Pfeile eine Bewegung von großer Geschwindigkeit; Wasser, welches wir erwärmen, verwandelt sich in Dampf, und wenn dieser abgekühlt wird, so geht er wieder in Wasser über.

Wir haben hier also sehr verschiedene Erscheinungen, nämlich: den Schall, die Vergrößerung, die Entzündung, den Fall, die Bewegung und die Dampfbildung.

So verschieden auch diese Erscheinungen sind, so haben sie doch alle Etwas gemeinschaftlich, was darin besteht, daß alle Gegenstände, an welchen diese Erscheinungen wahrgenommen werden, oder vermittels deren wir dieselben hervorrufen, keine wesentliche Veränderung erleiden.

Die tönende Glocke und Saite, das Brennglas, der fallende Stein, die Senne des Bogens, sie alle bleiben unverändert. Ja selbst das Wasser, welches beim Erwärmen Dampfgestalt annimmt, kehrt wieder in seinen vorigen Zustand zurück, sobald der Dampf abgekühlt wird, ohne daß seine Eigenschaften auch nur die mindeste Veränderung erlitten haben.

Ebenso sind für uns die Himmelskörper an sich und ihre Bewegungen Erscheinungen, die von keiner nachweisbaren Veränderung derselben begleitet sind, weshalb sie den oben genannten Erscheinungen anzureihen sind.

Erscheinungen ohne wesentliche Veränderung der dabei betheiligten Gegenstände heißen **physikalische Erscheinungen** und die Wissenschaft derselben wird **Physik** genannt.

Ganz anders verhält es sich aber mit einer Reihe von Erscheinungen, die wir jetzt betrachten werden.

Wenn ich eine Kohle, ein Stück Holz oder Schwefel verbrenne, so verschwinden Kohle, Holz und Schwefel für unser Auge vollständig. Sie gehen in einen Zustand über, in welchem sie ihre vorherigen Eigenschaften gänzlich verloren haben. Wenn Sand und Pottasche mit einander anhaltend und heftig geglüht werden, so schmelzen beide zu Glas zusammen, in welchem gewiß Niemand jene beiden Körper zu erkennen vermag. Noch auffallender ist es, wenn Schwefel und Quecksilber mit einander erwärmt werden. Beide verschwinden für das Auge vollständig und an der Stelle des gelben Schwefels und des silberglänzenden Quecksilbers erhält man den lebhaft rothen Zinnober. Und solcher Beispiele giebt es noch Tausende, wo stets die Gegenstände, welche wir zur Hervorbringung von Erscheinungen

verwenden, eine wesentliche Veränderung erfahren, und wo an deren Stelle Gegenstände mit ganz anderen Eigenschaften auftreten.

Erscheinungen mit wesentlicher Veränderung der dabei verwendeten Gegenstände heißen **chemische** Erscheinungen und die Wissenschaft derselben wird **Chemie** genannt.

Endlich haben wir noch eine dritte Gruppe eigenthümlicher Erscheinungen, die Lebenserscheinungen heißen, da sie nur an belebten Gegenständen, also an Pflanzen und Thieren, vorgehen. Solche sind z. B. das Wachsen derselben, die Bewegung der verschiedenen Flüssigkeiten im Inneren derselben, die Aufnahme und die Verwendung der Nahrungsmittel 2c.

Diese Erscheinungen an belebten Gegenständen heißen **physiologische** Erscheinungen und ihre Wissenschaft wird **Physiologie** genannt.

Fassen wir nun alle in dem Vorhergehenden bezeichneten einzelnen Theile der Gesammtnaturwissenschaft kurz zusammen, so erhalten wir die folgende Uebersicht derselben:

A. Wissenschaft der Erscheinungen,			B. Wissenschaft der Gegenstände,		
1. ohne Veränderung der Gegenstände,	2. mit Veränderung der Gegenstände,	3. an belebten Gegenständen,	4. die gleichartig in ihrer Masse sind,	5. die ungleichartig in ihrer Masse und ohne freiwillige Bewegung sind,	6. die ungleichartig in ihrer Masse sind, mit freiwilliger Bewegung,
Physik.	**Chemie.**	**Physiologie.**	**Mineralogie.**	**Botanik.**	**Zoologie.**

9.

Die Reihenfolge, in welcher diese verschiedenen Zweige der Naturwissenschaft zu betreiben sind, ist nicht gleichgültig. Für den Gereifteren erscheint es am angemessendsten, sich zunächst mit den allgemeinsten Erscheinungen und ihren Gesetzen, welche sich bei der Betrachtung fast eines jeden Gegenstandes wiederholen, bekannt zu machen. Es ist dem entwickelten Verstande leichter und ansprechender, zuerst größere Umrisse und allgemeinere Wahrheiten zu überschauen, als im Betrachten vieler Einzelheiten sich zu ermüden. In diesem Falle beginnt der Unterricht am zweckmäßigsten mit der Physik und Astronomie, welchen die Chemie folgt. An diese schließt sich als nothwendige Ergänzung die Mineralogie. In diesen vier Wissenschaften sind zugleich die unentbehrlichsten Vorkenntnisse zum tieferen Verständniß des Pflanzen- und Thierlebens gegeben. Es folgen jetzt Botanik

und Zoologie, in deren Abhandlung die Physiologie in der Regel aufgenommen wird, wenn es sich nicht darum handelt, dieselbe für sich von höherem wissenschaftlichen Standpunkte zu betreiben.

Diese Anordnung ist in dem Buche der Natur befolgt worden, und zwar in der Art, daß jede frühere Abtheilung mehr oder weniger die Einleitung zur folgenden bildet.

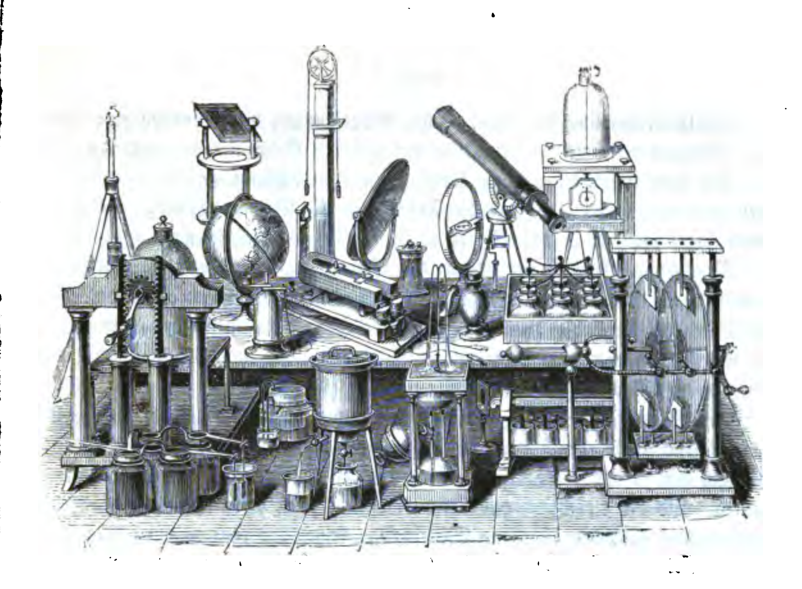
Eine andere Reihenfolge ist jedoch nothwendig, wenn man die Jugend schon früher in die Natur einzuführen gedenkt. Denn das Kind erfaßt offenbar viel leichter und sicherer die Gegenstände nach ihrer Form und ihren übrigen Merkmalen, als die Kräfte und Gesetze, welche den Erscheinungen zu Grunde liegen, über welche meist nur mit Schwierigkeit klare Vorstellungen und richtige Begriffe zu gewinnen sind.

Mit Kindern ergehe man sich zuerst breit und gelassen im Reiche der Thiere, und namentlich bieten unter diesen die Insecten den reichsten und anregendsten Stoff, der Jahr und Tag ausreichen kann und überall lebendig zur Hand ist. Indem sie hieran im Beobachten und Auffassen geübter werden und im Alter voranschreiten, mache man den Uebergang durch das Pflanzenreich zu den Mineralen.

Erst mit dem fünfzehnten Lebensjahre lassen sich im Allgemeinen Physik und Chemie mit Vortheil beginnen. Als Schluß wird eine nochmalige Uebersicht das ganze Bild der Natur abrunden und in jenem innigen Zusammenhang erblicken lassen, den wir immer nur theilweise aufheben dürfen.

Ein jeder Führer wähle indeß seinen eigenen Weg, sobald er nur selbst sicher einherzuschreiten im Stande ist und die Lust für die Sache zu wecken und den Eifer zu erhalten vermag.

Dann führen alle Wege zum Ziele; doch wer das Ziel will, darf den Weg nicht scheuen!



Physik.

»Du hast Alles geordnet mit Maaß, Zahl und Gewicht; denn großes Vermögen ist allezeit bei Dir.« **Weisheit Salom. 11, 22.**

Hülfsmittel: Eisenlohr, W., Prof., Lehrb. d. Physik z. Gebrauche b. Vorlesungen u. beim Unterricht. Mit 10 Taf. in halb Fol., 8te Aufl. gr. 8. geh. 2. Thlr. 8 Ggr. Mannh., Hoff.
Frick, J., Prof. Dr., Physikal. Technik od. Anleitung z. Anstellung v. physik. Versuchen u. z. Herstellung v. physikal. Apparaten m. möglichst einfachen Mitteln. Mit 568 i. den Text eingedr. Holzschn. gr. 8. geh. 2 Thlr. Braunschw., Fr. Vieweg u. Sohn.
Müller-Pouillet, Lehrb. d. Physik u. Meteorologie. 4te umgearbeitete u. vermehrte Aufl. 2 Bände, zusammen 89 Bogen gr. 8. (mit 1404 in den Text eingedruckten Holzschnitten, 5 farbigen u. 8 schwarzen Kupfertafeln) enthaltend. Satinirt. Velinpap. geh. Compl. Preis 6 Thlr. 16 Ggr. Braunschw., Fr. Vieweg u. Sohn.
Müller, Prof. Dr. J., Grundriß der Physik u. Meteorologie. Für Lyceen, Gymnasien, Gewerbe- u. Realschulen, sowie zum Selbstunterrichte. Mit 556 in den Text eingedruckten Holzschnitten 4te vermehrte u. verbesserte Aufl. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 16 Ggr. Braunschw., Fr. Vieweg u. Sohn.
Müller, Bericht über die neuesten Fortschritte d. Physik. In ihrem Zusammenhange dargestellt. In zwei Bänden. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. Erster Band complet. Preis 5 Thlr. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn.
Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Mit den nöthigen Hülfslehren aus der Analysis für den Unterricht an technischen Lehranstalten, sowie zum Gebrauch für Techniker bearbeitet. 2te verbesserte und vervollständigte Aufl. In drei Theilen. Mit gegen 2000 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Band I., Preis 3 Thlr. 16 Ggr. Bd. II., Preis 4 Thlr.; Bd. III., 1—6. Lieferung. Preis jeder Lieferung 12 Ggr. Braunschw., Fr. Vieweg u. Sohn.

---

§. 1. Die **Physik** ist die Wissenschaft derjenigen Naturerscheinungen, die von keiner **wesentlichen Veränderung** der Gegenstände begleitet werden, an welchen man die Erscheinungen wahrnimmt, oder die zur Hervorbringung derselben dienen.

Das Fallen eines Steines, das Tönen einer Glocke, die durch eine Brille bewirkte Vergrößerung sind solche physikalische Erscheinungen, denn die dazu verwendeten Gegenstände erleiden keine Veränderung. Eben so wenig bewirkt das durch die Fensterscheibe gehende Licht eine Veränderung dieser, und selbst die Wärme ändert nur vorübergehend den Zustand der Körper.

Die Unterscheidung der physikalischen Erscheinungen bietet nur da eine scheinbare Schwierigkeit, wo sie gleichzeitig mit anderen Erscheinungen auftreten.

Die beim Verbrennen einer Kohle entwickelte Wärme gehört der physikalischen Betrachtung an, während die Frage über die Veränderung, welche die Kohle dabei erleidet, in das Gebiet der chemischen Erscheinungen eingreift.

§. 2. Von früher Jugend auf erlangt der Mensch aus der sinnlichen Anschauung, sowohl durch das Auge als auch durch das Tasten mit seinen Gliedern, noch deutlicher aber durch die Bewegung seines Körpers von einem Orte zum andern die Vorstellung von dem Nebeneinandersein des außer ihm Befindlichen, oder, mit anderen Worten, die Vorstellung von der Ausdehnung.

Der Sinn des Gesichts allein verleiht ihm diese Vorstellung nicht. Ein kleines Kind greift ebenso nach fernen Gegenständen, z. B. nach dem Monde, als nach den in der Nähe befindlichen. Ein Blindgeborner, der erst in späteren Jahren durch die Operation das Sehvermögen erhält, kann in dem Augenblicke, nachdem dies geschehen ist, keine Entfernung, keine Ausdehnung durch das Auge beurtheilen. Alle Gegenstände erscheinen ihm in gleicher Entfernung, und ebenso weiß er die Größen derselben nicht zu unterscheiden. Erst indem er sich fortbewegt und die ihm sichtbaren Gegenstände zugleich betastet, lernt er Nähe und Ferne und das Große und Kleine erkennen. Der Gewohnheit, von Jugend auf mit beiden Sinnen zu beobachten, verdanken wir es jedoch, daß wir im Stande sind, Größen und Entfernungen mittels des Auges zu schätzen.

Die Erfahrung gewährt uns ferner die Ueberzeugung, daß die Ausdehnung sich nach drei Richtungen verfolgen läßt, die wir durch Höhe, Breite und Tiefe bezeichnen.

Das nach drei Richtungen ausgedehnt Gedachte ist der Raum. Da wir uns in Gedanken eine jede dieser Richtungen in's Unendliche verlängert vorstellen können, so kann der Begriff des Raums ebenfalls als das Unendliche außer uns gedacht werden, was wir durch den Ausdruck des unendlichen Weltraums bezeichnen. Es fällt jedoch viel leichter, sich einen begränzten Theil des Raums vorzustellen, als jenes Unendliche.

§. 3. Ebenso entsteht unbewußt in jedem Menschen sowohl durch die Mannichfaltigkeit, als durch die Wiederholung der ihn umgebenden Gegenstände die Vorstellung der Zahl, und durch das Aufeinanderfolgen der Erscheinungen, ja durch die bloße Reihenfolge unserer Gedanken erhalten wir den Begriff der Zeit. Für die Beurtheilung sowohl der Zahl als der Zeit bedürfen wir gewisser äußerer Anhaltepunkte und einer erworbenen Uebung, ohne welche wir ebenso wenig genauer Vorstellungen über dieselben fähig wären, als dies bei dem Raum der Fall ist. Unsere Athemzüge, das Schlagen des Pulses, der Wechsel von Tag und Nacht und der Jahreszeiten, sind solche Erscheinungen, die uns helfen, die Zeit zu messen und einzutheilen.

Raum, Zahl und Zeit sind daher das Allgemeine, das uns mit jeder Sinnesanschauung zugleich gegeben und daher von ganz besonderer Wichtigkeit für die meisten Naturanschauungen ist. Die nähere Betrachtung des Raumes und

der Zahl ist Gegenstand einer besonderen Wissenschaft — nämlich der Mathematik.

§. 4. Dasjenige, was den Raum erfüllt, ist die Materie. Wenn aller Raum mit Materie erfüllt wäre, so würde diese ebenfalls unendlich, und Raum und Materie müßten daher ein und dasselbe sein. Dieses ist nicht der Fall. Die Materie befindet sich nur an gewissen Stellen des Raums, sie ist immer begränzt. Die Materie als Begränztes, Endliches wird Körper oder Gegenstand genannt.

Die Himmelskörper sowohl als auch die Erde sind solche im Raum befindliche begränzte Theile der Materie oder Körper. Ihre Ausdehnung ist im Vergleich zu der des Raumes außerordentlich gering.

§. 5. Denken wir uns die Materie an und für sich, wie sie eben bestimmt worden ist, so trägt sie keinen Grund der Veränderung in sich. Als solche würde sie beständig sich gleich sein, in demselben Zustande, am nämlichen Orte verharren. Sie wäre also das vollkommen Unveränderliche, Starre, Bewegungslose, und würde nicht durch den Wechsel der an ihr auftretenden Erscheinungen unsere Aufmerksamkeit erregen und beschäftigen. Daher müssen wir außer der Materie eine besondere Ursache der an ihr sich darstellenden Erscheinung annehmen, welche Kraft genannt wird.

Man kann sich über das Verhältniß zwischen Kraft und Materie zwei Vorstellungen bilden. Entweder denkt man sich die Kraft außerhalb der Materie, als ein von dieser Trennbares und etwa in der Weise auf sie Einwirkendes, wie die Gottheit als Schöpfer und Lenker der Welt vorgestellt wird, oder Kraft und Materie sind unzertrennlich in der Weise, wie Leib und Seele im lebendigen Körper.

Solche allgemeine Betrachtungsweisen sind jedoch um so unbestimmter und unklarer, je weniger uns die Thatsachen bekannt sind, die denselben zu Grunde gelegt werden müssen. Es ist deshalb zweckmäßig, erst nach der Bekanntschaft mit den einzelnen Naturerscheinungen den Versuch zu machen, eine möglichst einfache allgemeine Anschauungsweise mit angemessenem Ausdruck für dieselbe zu gewinnen.

Allgemeine Eigenschaften der Körper.

§. 6. Zu den allgemeinen Eigenschaften der Körper rechnet man: 1) die Ausdehnung; 2) die Undurchdringlichkeit; 3) die Trägheit; 4) die Theilbarkeit; 5) die Porosität; 6) die Zusammendrückbarkeit; 7) die Elasticität; 8) die Ausdehnbarkeit.

Während von den vielen Merkmalen, die man an jedem einzelnen Gegenstande wahrnehmen kann, die meisten nur an manchen Körpern angetroffen und daher besondere Eigenschaften genannt werden, wohin z. B. die Farbe oder die Gestalt eines Dinges gehören, zeigt uns die Beobachtung, daß die oben genannten Eigenschaften jedem Körper ohne Ausnahme zukommen.

§. 7. Da die Materie gewisse Theile des Raumes erfüllt, so muß sie Ausdehnung haben, und wir haben im Verlauf der Darstellung physikalischer Erscheinungen so häufig auf dieselbe uns zu beziehen, daß es zweckmäßig erscheint, hier anzudeuten, wodurch die Ausdehnung zur bestimmten Vorstellung gebracht oder gemessen wird.

Wenn wir die Ausdehnung, nur in einer unveränderten Richtung verfolgt, als gerade Linie bezeichnen, so wird das Mittel ihrer Bestimmung Längenmaaß genannt. Leicht sieht man ein, daß es sowohl für die wissenschaftliche Beobachtung, als auch für den Verkehr von großer Wichtigkeit ist, ein allgemeines unveränderliches Längenmaaß zu haben. Namentlich ist es wichtig, die Einheit des Längenmaaßes so zu bestimmen, daß, wenn dieselbe je verloren oder verfälscht werden sollte, man sie jederzeit wieder herstellen kann.

Fig. 1.

In Frankreich wurden Gelehrte mit der Aufsuchung einer Längeneinheit beauftragt, und nachdem diese den vierten Theil eines durch die Pole der Erde gehenden größten Kreises auf's genaueste gemessen und in zehn Millionen gleiche Theile getheilt hatten, nahmen sie einen solchen Theil als Längenmaaß an und nannten ihn Meter.

Das Meter wird auf folgende Weise in kleinere Theile getheilt:

Meter M.		Decimet. DM.		Centimet. Cm.		Millimet. mm.
1	=	10	=	100	=	1000
		1	=	10	=	100
				1	=	10

Fig. 1 ist ein in Centimeter und Millimeter getheiltes Decimeter.

Das Millimeter ist hier also das kleinste Maaß, und nachdem wir es bestimmt haben, kann es vortrefflich zur Vergleichung der verschiedenen Maaße dienen.

In anderen Ländern ist die Einheit des Maaßes der Fuß, der entweder in 10 oder in 12 Zolle getheilt wird, der Zoll aus 10 oder 12 Theile, die Linien genannt werden.

Vergleichung der Maaße verschiedener Länder.

	Fuß		Zoll		Linien		Millimeter
Großherzogthum Hessen	1	=	10	=	100	=	250
Baden	1	=	12	=	144	=	[illegible]
Frankfurt am Main	1	=	12	=	144	=	284
Braunschweig	1	=	12	=	144	=	285
Württemberg und Hamburg	1	=	10	=	100	=	286
Kurhessen	1	=	[illegible]	=	144	=	287

	Fuß		Zoll		Linien		Millimeter
Baiern	1	=	12	=	144	=	291
Hannover	1	=	12	=	144	=	292
Baden	1	=	10	=	100	=	300
England	1	=	12	=	144	=	304
Preußen oder rheinischer Fuß	1	=	12	=	144	=	313
Oestreich	1	=	12	=	144	=	316
Pariser Fuß oder alter französischer . .	1	=	12	=	144	=	324.

Decimalmaaße nennt man diejenigen Maaße, die in 10 gleiche Theile getheilt sind, wie z. B. das Meter und der hessische Fuß, während ein in 12 gleiche Theile unterschiedenes Maaß als Duodecimalmaaß bezeichnet wird, wie z. B. der Pariser und der Rheinische Fuß.

Die nach zwei Richtungen ausgedehnte ebene Fläche wird durch das Flächen- oder Quadratmaaß gemessen. Wenn ich ein Stäbchen, das einen Fuß lang ist, wagerecht an eine Wand anlege und an dieser in senkrechter Richtung einen Fuß weit herunter bewege, so ist die überstrichene Fläche genau ein Quadratfuß.

Bestimmte Theile des Raumes, so wie die Räume, welche Körper einnehmen, werden durch das Körper- und Kubikmaaß gemessen. Hebe ich ein Stück Pappe, das gleich ein Quadratfuß ist, von dem Tische senkrecht einen Fuß hoch in die Höhe, so daß seine ganze Fläche stets gleich weit von der des Tisches absteht, dann ist der auf diese Weise durchschrittene Raum ein Kubikfuß.

Eintheilung und Bezeichnung der Maaße.

1. Decimalmaaß.

	Zeichen.			Zeichen.			Zeichen.
1 Fuß	(1′)	=	10 Zoll	(10″)	=	100 Linien	(100‴)
			1 Zoll	(1″)	=	10 Linien	(10‴)
1 Quadratf.	(1□′)	=	100 Quadrz.	(100□″)	=	10 000 Quadratlin.	(10 000 □‴)
			1 Quadratzoll	(1□″)	=	100 Quadratlin.	(100□‴)
1 Kubikfuß	(1cub′)	=	1000 Kubkz.	(1000cub″)	=	1 000 000 Kubklin.	(1 000 000 cub‴)
			1 Kubikzoll	(1cub″)	=	1000 Kubiklin.	(1000cub‴)

2. Duodecimalmaaß.

	Zeichen.			Zeichen.			Zeichen.
1 Fuß	(1′)	=	12 Zoll	(12″)	=	144 Linien	(144‴)
			1 Zoll	(1″)	=	12 Linien	(12‴)
1 Quadratf.	(1□′)	=	144 Quadrz.	(144□″)	=	20 736 Quadratlin.	(20 736 □‴)
			1 Quadratzoll	(1□″)	=	144 Quadratlin.	(144□‴)
1 Kubikfuß	(1cub′)	=	1728 Kubkz.	(1728cub″)	=	2 985 984 Kubklin.	(2 985 984 cub‴)
			1 Kubikzoll	(1cub″)	=	1728 Kubiklin.	(1728cub‴).

Als eine ebenso einfache als nützliche physikalische Vorübung ist das genaue Ausmessen bekannter Flächen und Räume, z. B. des Lehrzimmers und einiger darin befindlicher Gegenstände, und die Einprägung der erhaltenen Zahlen dringend anzuempfehlen.

Figur 2 ist ein in Quadratlinien getheilter Quadratzoll hessischen Decimalmaaßes. Fig. 3 stellt einen in Kubiklinien getheilten Kubikzoll vor.

Fig. 2.

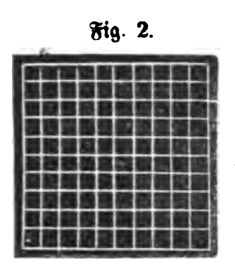
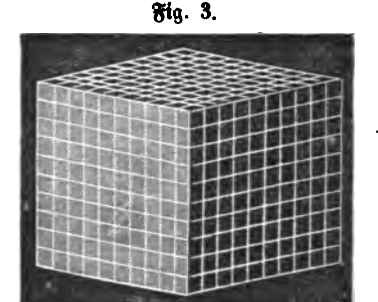


Fig. 3.



Nach den oben gegebenen Maaßverhältnissen läßt sich diese Eintheilung in jedem beliebigen anderen Maaße ausführen.

§. 8. Die Raumerfüllung der Materie offenbart sich uns durch ihre Undurchdringlichkeit. In demselben Raum, den die Erde erfüllt, kann nicht zu gleicher Zeit ein anderer Himmelskörper sich befinden, und ebenso zeigt uns die tägliche Erfahrung, daß in dem Raum, den ein Gebirge, ein Baum oder der eigene Körper einnimmt, gleichzeitig kein anderer Körper sein kann.

Die Hindernisse, auf die wir bald stoßen, wenn wir uns in ein und derselben Richtung fortbewegen, sind nichts anderes, als Folgen der Undurchdringlichkeit der in unserem Wege befindlichen Körper.

Die Luft erfüllt den Raum ebenfalls, sie ist undurchdringlich, weshalb sie als ein Theil der Materie, als ein Körper betrachtet wird. Es erfordert dies einen näheren Beweis. Wenn ich ein Trinkglas mit der nach unten gekehrten Oeffnung in Wasser tauche, so tritt kein Wasser in dasselbe, wie tief ich es auch eintauche. Es rührt dies daher, daß die im Glase befindliche Luft undurchdringlich ist, weshalb das Wasser ihre Stelle nicht einnehmen kann. Die Möglichkeit, mittels einer Taucherglocke in die Tiefe des Meeres hinabzusteigen, beruht eines Theils auf der Undurchdringlichkeit der in ihr eingeschlossenen Luft.

Ein im gewöhnlichen Sinne leeres Gefäß ist allerdings mit Materie, nämlich mit Luft erfüllt, und nur wenn wir diese entfernen, verdrängen, können wir eine andere Materie, z. B. Wasser, an die Stelle bringen, die jene vorher eingenommen hatte.

Nicht alle Theile der Materie setzen der Bewegung unseres Körpers gleichen Widerstand entgegen, sondern es finden in dieser Beziehung große Unterschiede Statt. So lassen sich diejenigen Körper, die wir feste nennen, viel schwieriger aus ihrer Stelle verdrängen, als die flüssigen, und bei den luftförmigen fühlen wir kaum, daß sie unseren Bewegungen einen Widerstand entgegensetzen, sie sind höchst beweglich. Die Materie zeigt daher als Festes, Flüssiges

und Luftförmiges drei verschiedene sogenannte Aggregatzustände, die wir später einer genaueren Betrachtung unterwerfen werden.

§. 9. Wenn gezeigt worden ist, daß die Materie erst unter dem Einfluß der Kräfte die Erscheinungen darbietet, so wird das Verweilen derselben an und für sich in demselben Zustand als ihre Trägheit oder ihr Beharrungsvermögen bezeichnet. Da diese allgemeine Eigenschaft der Materie bei den Erscheinungen der Bewegung besonders auffallend hervortritt, so wird bei deren Betrachtung näher auf dieselbe eingegangen werden.

§. 10. Mit Leichtigkeit kann durch die geeigneten Mittel ein jeder Körper in kleinere Theile getheilt werden. Steine und Früchte zermahlen wir zu feinem Staub oder Mehl, die Metalle werden durch die Feile in kleine Spähne verwandelt, oder durch den Hammer in dünne Blättchen geschlagen oder in Fäden ausgezogen, die dünner sind als ein Haar. Das Wasser, welches ein Gefäß enthält, läßt sich leicht in einzelne Tropfen theilen, und jedes Tröpfchen können wir mittels des Pinsels auf eine große Fläche vertheilen. Nach einiger Zeit wird die benetzte Fläche wieder trocken, weil das Wasser verdunstet und dadurch in so außerordentlich kleine Theilchen übergeht, daß die einzelnen durch das Auge gar nicht mehr wahrgenommen werden können.

Die Theilbarkeit ist daher eine allgemeine Eigenschaft der Körper, und wir vollbringen die Theilung entweder durch Werkzeuge, in welchem Falle sie mechanische Theilung genannt wird, oder durch Naturkräfte, wo sie dann physikalische Theilung heißt.

Wie weit die Theilung gehen kann, möge aus Beispielen entnommen werden. Der kleine hier eingeklammerte Strich (-) bezeichnet die Länge eines Maaßes, welches ein Millimeter (s. §. 7) genannt wird.

Der Seidenwurm spinnt Fäden, von welchen hundert neben einander gelegt werden müssen, um die Länge eines Millimeters auszumachen. Allein man hat Metall in so außerordentlich feine Fäden ausgezogen, daß hundert und vierzig derselben erst der Dicke eines Seidenfadens gleichen, und vierzehntausend neben einander gelegt nur ein Millimeter breit sind.

Auf physikalischem Wege lassen sich die Körper jedoch noch in weit höherem Grade zertheilen. Löst man z. B. ein Salzkorn in einem Glase voll Wasser auf, so ist nachher in jedem Tröpfchen der Auflösung, das wir mit einer Nadelspitze herausnehmen, ein Theilchen des Salzes enthalten.

So außerordentlich klein solche Theilchen sind, in welche die Materie getheilt werden kann, so sprechen doch eine Menge von Erscheinungen mit großer Bestimmtheit dafür, daß wenigstens durch die uns zu Gebote stehenden Werkzeuge und Naturkräfte die Zertheilung der Materie nicht bis in's Unendliche fortgesetzt werden kann.

Wir nehmen daher an, daß jeder Körper ein Haufwerk ist, und nennen die Theile, aus welchen er besteht, die kleinsten Theilchen oder Atome (auch Moleküle) desselben. Es giebt Vergrößerungsgläser, welche zwölf- bis sechszehnhundert mal

vergrößern. Nach Thatsachen der Chemie müssen jene Theile kleiner sein, als ein durch ein solches Glas noch sichtbarer Körper.

Halten wir diese Vorstellungsweise fest, so folgt daraus, daß die Masse eines Körpers nur von der Anzahl seiner Theilchen abhängig ist, und daß seine Eigenschaften sowohl von der Beschaffenheit als auch von der Anordnung seiner Theilchen bedingt werden.

Wir werden Gelegenheit haben, Schlüsse der Art mehr oder weniger durch die Ergebnisse der Naturforschung bestätigt zu sehen.

§. 11. Die kleinen Oeffnungen, durch welche der Schweiß und die Ausdünstungen aus der Haut treten, heißen Poren. Daher nennt man alle Körper, welche von Wasser oder Luft durchdrungen werden, porös, und da dies fast bei allen Körpern der Fall ist, so zählt man die Porosität ebenfalls zu den allgemeinen Eigenschaften.

Sehr poröse Körper sind z. B. Schwamm, Holz und Holzkohle, Brotkrume, und der erste Blick zeigt uns die zahlreichen und großen Poren derselben.

Bei anderen Körpern beobachtet man jedoch die Porosität erst unter besonderen Umständen. Macht man z. B. hohle Kugeln von Eisen, Gold oder anderen dichten Metallen, die mit Wasser gefüllt, fest verschlossen und einem heftigen Drucke ausgesetzt werden, so dringt das Wasser in feinen Tröpfchen durch die Poren des Metalls.

Glas und einige andere Körper gestatten unter keinen Umständen dem Wasser oder der Luft einen Durchgang. Wenn Gründe dafür sprechen, daß selbst auch solche Körper Zwischenräume besitzen, so ist es doch Gebrauch, nur diejenigen porös zu nennen, welche die angeführten Eigenschaften unter den gewöhnlichen Umständen zeigen.

§. 12. Daß die Zusammendrückbarkeit auch den allgemeinen Eigenschaften zuzuzählen ist, folgt wohl aus dem Vorhergehenden. Denn, sobald in der Masse eines Körpers Zwischenräume sind, so muß sich derselbe zusammendrücken lassen, wenn wir im Stande sind eine hinreichend große Kraft anzuwenden.

In der That hat man noch keinen Körper gefunden, der nicht durch Druck auf einen kleineren Raum gebracht werden könnte.

Offenbar wird jeder Körper um so dichter, je größer der Druck ist, welchen er erleidet, und der Widerstand, den er dem weiteren Druck entgegensetzt, wächst mit dem zunehmenden Drucke.

Die Luft ist unstreitig von allen Körpern derjenige, der am meisten zusammengedrückt werden kann, während merkwürdigerweise das Wasser und andere Flüssigkeiten nur in sehr geringem Grade sich zusammendrücken lassen. Wollte man z. B. in einem Kanonenlauf mit Wänden von drei Zoll Dicke zwanzig Kubikzoll Wasser so zusammenpressen, daß dieselben nur noch den Raum von neunzehn Kubikzoll einnehmen, so würde die Kanone eher zerspringen, als dies erreicht ist.

Sehr poröse Körper lassen sich natürlich beträchtlich zusammendrücken, aber auch die Metalle nehmen nach dem Hämmern und Prägen einen kleineren

Raum ein, und selbst Glas läßt sich etwas zusammendrücken, weshalb es in seinem Inneren Zwischenräume haben muß, die freilich unsichtbar klein sind.

§. 13. Wenn ein Körper durch irgend eine äußere Gewalt zusammengedrückt wird, so zeigen seine Theilchen das Bestreben, ihre frühere Lage wieder einzunehmen.

Man bezeichnet diese Eigenschaft mit dem Namen Elasticität oder Federkraft und nennt daher die Körper elastisch.

Dieselben besitzen diese Eigenschaft jedoch in höchst ungleichem Grade. So nimmt z. B. eine gewisse Menge von Luft ihren ursprünglichen Raum augenblicklich und vollständig wieder ein, wenn dieselbe noch so stark und wiederholt zusammengedrückt wird. Die Luft ist daher vollkommen elastisch.

Als sehr elastische Körper sind anzuführen das Kautschuk oder Federharz, die Federn und Haare, das Fischbein, manche Holzarten und Metalle, namentlich der Stahl.

Bei vielen Körpern, wie z. B. Flüssigkeiten, Thon u. a., läßt sich die Elasticität kaum oder nur unter besonderen Umständen wahrnehmen, und sie heißen im Gegensatz zu den anderen unelastische.

Wenn man auf eine mit Lampenruß überzogene Marmorplatte eine Kugel von Elfenbein ruhig hinlegt, so erhält sie an der aufliegenden Stelle nur ein schwarzes Pünktchen. Läßt man dagegen die Kugel auf die Tafel fallen, so erhält sie einen runden, schwarzen Fleck, der um so größer ist, je höher herab die Kugel fiel. Dies beweist, daß die Kugel im Augenblicke des Auffallens sich abplattet, aber sogleich vermöge ihrer Elasticität die Kugelgestalt wieder annimmt.

Der Bogen, die Armbrust und die Wurfgeschosse der Alten verdanken ihre Wirkungen der Elasticität.

Die ausgedehnteste Anwendung findet dieselbe jedoch in der Mechanik, und namentlich ist es die Elasticität der Drähte oder Streifen von Messing und Stahl, die Federn genannt werden, welche als bewegende Kraft eine allgemein verbreitete Wirksamkeit äußert. Solche Federn sind es, welche das Flintenschloß, Thürschloß und das Taschenmesser zuschlagen, und die gewundenen Federn oder Spiralen verleihen unseren gepolsterten Möbeln ihre Springkraft und den Wagen die sanft schaukelnde Bewegung. Am meisten hervorgehoben wird jedoch die Wichtigkeit der Elasticität, wenn wir später zeigen, daß durch sie unsere sämmtlichen Taschenuhren und Pendeluhren ohne Gewicht in Bewegung gesetzt werden.

§. 14. Unter Ausdehnbarkeit der Körper versteht man die Eigenschaft derselben, ihren Raum zu vergrößern, wenn sie erwärmt werden.

Man kann annehmen, daß der Raum, welchen ein Körper einnimmt, um so größer wird, je mehr man diesen erwärmt.

Am deutlichsten und stärksten zeigt sich die Ausdehnbarkeit bei solchen Körpern, die selbst durch die stärkste Hitze nicht zersetzt werden, wie dies bei der Luft und dem Wasser der Fall ist.

Ein Kubikfuß Wasser so weit erwärmt, daß dasselbe vollständig in Dampf verwandelt ist, nimmt alsdann einen Raum von 1400 Kubikfuß ein.

Eintheilung der physikalischen Erscheinungen.

§. 15. Da die physikalischen Erscheinungen sehr zahlreich und mannichfaltig sind, so ist es zweckmäßig, dieselben in größere Gruppen zu sondern. Die eigentlichen Charaktere derselben kann man natürlich erst dann vollkommen verstehen, wenn man ihren Inhalt kennen gelernt hat, weshalb hier auch nur eine kurze Andeutung gegeben wird.

In der ersten Gruppe werden wir nur solche Erscheinungen betrachten, deren letzte Ursache vorzugsweise die gegenseitige **Anziehung** ist, welche zwischen den Theilchen der Materie stattfindet.

Eine zweite Gruppe wird von solchen Erscheinungen gebildet, deren Wesen in einer eigenthümlichen Bewegung beruht, die wir **Schwingung** nennen.

Ebenso umfaßt die dritte Gruppe eine Reihe von Erscheinungen, als deren Grund man gewisse **Strömungen** ansieht, von denen am geeigneten Orte weiter die Rede sein wird.

Bequemer wird die Uebersicht des Ganzen durch die Betrachtung der folgenden kleinen Tafel:

I. Gruppe.	II. Gruppe.	III. Gruppe.
Erscheinungen der Anziehung.	Erscheinungen der Schwingungen.	Erscheinungen der Strömung.
1) Zusammenhang. 2) Schwere. 3) Bewegung und Gleichgewicht	1) Schall. 2) Wärme. 3) Licht.	1) Elektricität. 2) Magnetismus.

I. Erscheinungen der Anziehung.

---

§. 16. Alle kleinsten Theilchen der Materie ziehen sich gegenseitig an. Diese denselben innewohnende Kraft äußert sich jedoch in **dreierlei**, wesentlich verschiedener Weise.

Einmal ziehen sich nur die einander unmittelbar berührenden Theilchen eines Körpers an, so daß ein mehr oder minder starkes Zusammenhängen derselben

die Folge ist, weshalb auch diese Art der Anziehung den Namen Zusammenhang (Cohäsion) erhalten hat.

Ein zweiter Fall ist der, daß Körper sich auch dann anziehen, wenn sie sich gegenseitig nicht berühren, ja selbst wenn sie sehr weit von einander entfernt sind. Diese Kraft heißt Schwere oder Gravitation.

In Folge der dritten Art der Anziehung, die chemische Anziehung oder Verwandtschaft heißt, erhalten die zusammenhängenden Theilchen veränderte Eigenschaften, weshalb diese Erscheinungen einen ganz besonderen Theil der Naturwissenschaft, die Chemie, bilden.

1) Zusammenhang.

§. 17 Wenn wir es versuchen, die Theilchen irgend eines Körpers von einander zu trennen, so werden wir auf einen mehr oder weniger großen Widerstand stoßen. Daß diese Theilchen mit einer gewissen Stärke an einander hängen und nicht auseinander fallen, schreiben wir einer besonderen Art der Anziehung zu und nennen dieselbe Zusammenhang (Cohäsion).

Bei näherer Betrachtung finden wir als besondere Eigenthümlichkeit dieser Kraft, daß ihre Wirkung nur in unmeßbar geringer Entfernung sich thätig zeigt.

Zerbrechen wir in der That Holz, Metall oder Glas, so ist an den Stellen des Bruches der Zusammenhang aufgehoben und bleibt es, auch wenn wir die Bruchflächen noch so sorgfältig wieder an einander legen.

Nur bei solchen Körpern, deren Theilchen leicht beweglich sind, wie bei Flüssigkeiten, können dieselben einander so nahe gebracht werden, daß sie ihren Zusammenhang wieder erhalten.

Die Kraft, mit welcher die Theilchen der Körper zusammenhängen, ist durchaus von der Wärme abhängig, und zwar erscheint sie um so geringer, je größer die Wärme ist.

Denkt man sich die gesammte Materie, welche die Erde ausmacht, ein paar tausendmal wärmer als siedendes Wasser, so würde der Zusammenhang zwischen allen Theilchen der Materie vollkommen aufgehoben sein. Wäre im Gegentheil die Wärme der Erde einige tausendmal geringer, so würden alle Theilchen der Materie so fest zusammenhängen, daß sie auf mechanische Weise von einander nicht getrennt werden könnten.

Bei der auf unserer Erde gewöhnlich herrschenden Wärme verhält es sich jedoch anders. Wir finden Körper, deren Theilchen sich nur schwierig von einander trennen lassen, und die wir feste Körper nennen, bei anderen lassen sie sich leicht verschieben oder trennen, es sind dies die flüssigen Körper. Endlich giebt es Körper, deren Theilchen durch die Wärme so weit von einander entfernt sind, daß ihr Zusammenhang vollkommen aufgehoben erscheint, und diese werden luftförmige Körper oder Gase genannt.

§. 18. Nächst der Wärme ist die Anordnung der Theilchen von Einfluß auf

Die Unterscheidung der physikalischen Erscheinungen bietet nur da eine scheinbare Schwierigkeit, wo sie gleichzeitig mit anderen Erscheinungen auftreten.

Die beim Verbrennen einer Kohle entwickelte Wärme gehört der physikalischen Betrachtung an, während die Frage über die Veränderung, welche die Kohle dabei erleidet, in das Gebiet der chemischen Erscheinungen eingreift.

§. 2. Von früher Jugend auf erlangt der Mensch aus der sinnlichen Anschauung, sowohl durch das Auge als auch durch das Tasten mit seinen Gliedern, noch deutlicher aber durch die Bewegung seines Körpers von einem Orte zum andern die Vorstellung von dem Nebeneinandersein des außer ihm Befindlichen, oder, mit anderen Worten, die Vorstellung von der Ausdehnung.

Der Sinn des Gesichts allein verleiht ihm diese Vorstellung nicht. Ein kleines Kind greift ebenso nach fernen Gegenständen, z. B. nach dem Monde, als nach den in der Nähe befindlichen. Ein Blindgeborner, der erst in späteren Jahren durch die Operation das Sehvermögen erhält, kann in dem Augenblicke, nachdem dies geschehen ist, keine Entfernung, keine Ausdehnung durch das Auge beurtheilen. Alle Gegenstände erscheinen ihm in gleicher Entfernung, und ebenso weiß er die Größen derselben nicht zu unterscheiden. Erst indem er sich fortbewegt und die ihm sichtbaren Gegenstände zugleich betastet, lernt er Nähe und Ferne und das Große und Kleine erkennen. Der Gewohnheit, von Jugend auf mit beiden Sinnen zu beobachten, verdanken wir es jedoch, daß wir im Stande sind, Größen und Entfernungen mittels des Auges zu schätzen.

Die Erfahrung gewährt uns ferner die Ueberzeugung, daß die Ausdehnung sich nach drei Richtungen verfolgen läßt, die wir durch Höhe, Breite und Tiefe bezeichnen.

Das nach drei Richtungen ausgedehnt Gedachte ist der Raum. Da wir uns in Gedanken eine jede dieser Richtungen in's Unendliche verlängert vorstellen können, so kann der Begriff des Raums ebenfalls als das Unendliche außer uns gedacht werden, was wir durch den Ausdruck des unendlichen Weltraums bezeichnen. Es fällt jedoch viel leichter, sich einen begränzten Theil des Raums vorzustellen, als jenes Unendliche.

§. 3. Ebenso entsteht unbewußt in jedem Menschen sowohl durch die Mannichfaltigkeit, als durch die Wiederholung der ihn umgebenden Gegenstände die Vorstellung der Zahl, und durch das Aufeinanderfolgen der Erscheinungen, ja durch die bloße Reihenfolge unserer Gedanken erhalten wir den Begriff der Zeit. Für die Beurtheilung sowohl der Zahl als der Zeit bedürfen wir gewisser äußerer Anhaltepunkte und einer erworbenen Uebung, ohne welche wir ebenso wenig genauer Vorstellungen über dieselben fähig wären, als dies bei dem Raum der Fall ist. Unsere Athemzüge, das Schlagen des Pulses, der Wechsel von Tag und Nacht und der Jahreszeiten, sind solche Erscheinungen, die uns helfen, die Zeit zu messen und einzutheilen.

Raum, Zahl und Zeit sind daher das Allgemeine, das uns mit jeder Sinnesanschauung zugleich gegeben und daher von ganz besonderer Wichtigkeit für die meisten Naturanschauungen ist. Die nähere Betrachtung des Raumes und

der Zahl ist Gegenstand einer besonderen Wissenschaft — nämlich der Mathematik.

Dasjenige, was den Raum erfüllt, ist die Materie. Wenn aller Raum mit Materie erfüllt wäre, so würde diese ebenfalls unendlich, und Raum und Materie müßten daher ein und dasselbe sein. Dieses ist nicht der Fall. Die Materie befindet sich nur an gewissen Stellen des Raums, sie ist immer begränzt. Die Materie als Begränztes, Endliches wird Körper oder Gegenstand genannt. §. 4.

Die Himmelskörper sowohl als auch die Erde sind solche im Raum befindliche begränzte Theile der Materie oder Körper. Ihre Ausdehnung ist im Vergleich zu der des Raumes außerordentlich gering.

Denken wir uns die Materie an und für sich, wie sie eben bestimmt worden ist, so trägt sie keinen Grund der Veränderung in sich. Als solche würde sie beständig sich gleich sein, in demselben Zustande, am nämlichen Orte verharren. Sie wäre also das vollkommen Unveränderliche, Starre, Bewegungslose, und würde nicht durch den Wechsel der an ihr auftretenden Erscheinungen unsere Aufmerksamkeit erregen und beschäftigen. Daher müssen wir außer der Materie eine besondere Ursache der an ihr sich darstellenden Erscheinung annehmen, welche Kraft genannt wird. §. 5.

Man kann sich über das Verhältniß zwischen Kraft und Materie zwei Vorstellungen bilden. Entweder denkt man sich die Kraft außerhalb der Materie, als ein von dieser Trennbares und etwa in der Weise auf sie Einwirkendes, wie die Gottheit als Schöpfer und Lenker der Welt vorgestellt wird, oder Kraft und Materie sind unzertrennlich in der Weise, wie Leib und Seele im lebendigen Körper.

Solche allgemeine Betrachtungsweisen sind jedoch um so unbestimmter und unklarer, je weniger uns die Thatsachen bekannt sind, die denselben zu Grunde gelegt werden müssen. Es ist deshalb zweckmäßig, erst nach der Bekanntschaft mit den einzelnen Naturerscheinungen den Versuch zu machen, eine möglichst einfache allgemeine Anschauungsweise mit angemessenem Ausdruck für dieselbe zu gewinnen.

Allgemeine Eigenschaften der Körper.

Zu den allgemeinen Eigenschaften der Körper rechnet man: 1) die Ausdehnung; 2) die Undurchdringlichkeit; 3) die Trägheit; 4) die Theilbarkeit; 5) die Porosität; 6) die Zusammendrückbarkeit; 7) die Elasticität; 8) die Ausdehnbarkeit. §. 6.

Während von den vielen Merkmalen, die man an jedem einzelnen Gegenstande wahrnehmen kann, die meisten nur an manchen Körpern angetroffen und daher besondere Eigenschaften genannt werden, wohin z. B. die Farbe oder die Gestalt eines Dinges gehören, zeigt uns die Beobachtung, daß die oben genannten Eigenschaften jedem Körper ohne Ausnahme zukommen.

§. 7. Da die Materie gewisse Theile des Raumes erfüllt, so muß sie Ausdehnung haben, und wir haben im Verlauf der Darstellung physikalischer Erscheinungen so häufig auf dieselbe uns zu beziehen, daß es zweckmäßig erscheint, hier anzudeuten, wodurch die Ausdehnung zur bestimmten Vorstellung gebracht oder gemessen wird.

Wenn wir die Ausdehnung, nur in einer unveränderten Richtung verfolgt, als gerade Linie bezeichnen, so wird das Mittel ihrer Bestimmung Längenmaaß genannt. Leicht sieht man ein, daß es sowohl für die wissenschaftliche Beobachtung, als auch für den Verkehr von großer Wichtigkeit ist, ein allgemeines unveränderliches Längenmaaß zu haben. Namentlich ist es wichtig, die Einheit des Längenmaaßes so zu bestimmen, daß, wenn dieselbe je verloren oder verfälscht werden sollte, man sie jederzeit wieder herstellen kann.

Fig. 1.

In Frankreich wurden Gelehrte mit der Aufsuchung einer Längeneinheit beauftragt, und nachdem diese den vierten Theil eines durch die Pole der Erde gehenden größten Kreises auf's genaueste gemessen und in zehn Millionen gleiche Theile getheilt hatten, nahmen sie einen solchen Theil als Längenmaaß an und nannten ihn Meter.

Das Meter wird auf folgende Weise in kleinere Theile getheilt:

Meter M.		Decimet. DM.		Centimet. Cm.		Millimet. mm.
1	=	10	=	100	=	1000
		1	=	10	=	100
				1	=	10

Fig. 1 ist ein in Centimeter und Millimeter getheiltes Decimeter.

Das Millimeter ist hier also das kleinste Maaß, und nachdem wir es bestimmt haben, kann es vortrefflich zur Vergleichung der verschiedenen Maaße dienen.

In anderen Ländern ist die Einheit des Maaßes der Fuß, der entweder in 10 oder in 12 Zolle getheilt wird. Der Zoll hat 10 oder 12 Theile, die Linien genannt werden.

Vergleichung der Maaße verschiedener Länder.

	Fuß		Zoll		Linien		Millimeter
Großherzogthum Hessen	1	=	10	=	100	=	250
Sachsen	1	=	12	=	144	=	283
Frankfurt am Main	1	=	12	=	144	=	284
Braunschweig	1	=	12	=	144	=	285
Würtemberg und Hamburg	1	=	10	=	100	=	286
Churhessen	1	=	12	=	144	=	287

	Fuß		Zoll		Linien		Millimeter
Baiern	1	=	12	=	144	=	291
Hannover	1	=	12	=	144	=	292
Baden	1	=	10	=	100	=	300
England	1	=	12	=	144	=	304
Preußen oder rheinischer Fuß	1	=	12	=	144	=	313
Oestreich	1	=	12	=	144	=	316
Pariser Fuß oder alter französischer . .	1	=	12	=	144	=	324.

Decimalmaaße nennt man diejenigen Maaße, die in 10 gleiche Theile getheilt sind, wie z. B. das Meter und der hessische Fuß, während ein in 12 gleiche Theile unterschiedenes Maaß als Duodecimalmaaß bezeichnet wird, wie z. B. der Pariser und der Rheinische Fuß.

Die nach zwei Richtungen ausgedehnte ebene Fläche wird durch das Flächen- oder Quadratmaaß gemessen. Wenn ich ein Stäbchen, das einen Fuß lang ist, wagerecht an eine Wand anlege und an dieser in senkrechter Richtung einen Fuß weit herunter bewege, so ist die überstrichene Fläche genau ein Quadratfuß.

Bestimmte Theile des Raumes, so wie die Räume, welche Körper einnehmen, werden durch das Körper- und Kubikmaaß gemessen. Hebe ich ein Stück Pappe, das gleich ein Quadratfuß ist, von dem Tische senkrecht einen Fuß hoch in die Höhe, so daß seine ganze Fläche stets gleich weit von der des Tisches absteht, dann ist der auf diese Weise durchschrittene Raum ein Kubikfuß.

Eintheilung und Bezeichnung der Maaße.

1. Decimalmaaß.

	Zeichen.			Zeichen.			Zeichen.
1 Fuß	(1′)	=	10 Zoll	(10″)	=	100 Linien	(100‴)
			1 Zoll	(1″)	=	10 Linien	(10‴)
1 Quadratf.	(1□′)	=	100 Quadrz.	(100□″)	=	10 000 Quadratlin.	(10 000 □‴)
			1 Quadratzoll	(1□″)	=	100 Quadratlin.	(100□‴)
1 Kubikfuß	(1cub′)	=	1000 Kubkz.	(1000cub″)	=	1 000 000 Kubklin.	(1 000 000 cub‴)
			1 Kubikzoll	(1cub″)	=	1000 Kubiklin.	(1000cub‴)

2. Duodecimalmaaß.

1 Fuß	(1′)	=	12 Zoll	(12″)	=	144 Linien	(144‴)
			1 Zoll	(1″)	=	12 Linien	(12‴)
1 Quadratf.	(1□′)	=	144 Quadrz.	(144□″)	=	20 736 Quadratlin.	(20 736 □‴)
			1 Quadratzoll	(1□″)	=	144 Quadratlin.	(144□‴)
1 Kubikfuß	(1cub′)	=	1728 Kubkz.	(1728cub″)	=	2 985 984 Kubklin.	(2 985 984 cub‴)
			1 Kubikzoll	(1cub″)	=	1728 Kubiklin.	(1728cub‴).

Als eine ebenso einfache als nützliche physikalische Vorübung ist das genaue Ausmessen bekannter Flächen und Räume, z. B. des Lehrzimmers und einiger darin befindlicher Gegenstände, und die Einprägung der erhaltenen Zahlen dringend anzuempfehlen.

Figur 2 ist ein in Quadratlinien getheilter Quadratzoll hessischen Decimalmaaßes. Fig. 3 stellt einen in Kubiklinien getheilten Kubikzoll vor.

Fig. 2.

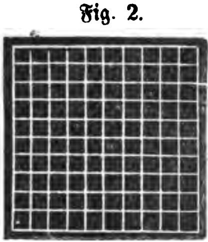
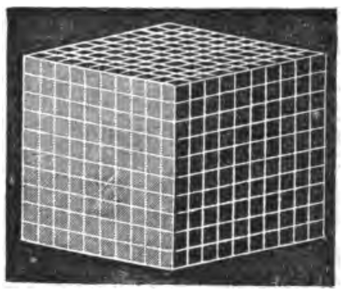


Fig. 3.



Nach den oben gegebenen Maaßverhältnissen läßt sich diese Eintheilung in jedem beliebigen anderen Maaße ausführen.

§. 8. Die Raumerfüllung der Materie offenbart sich uns durch ihre Undurchdringlichkeit. In demselben Raum, den die Erde erfüllt, kann nicht zu gleicher Zeit ein anderer Himmelskörper sich befinden, und ebenso zeigt uns die tägliche Erfahrung, daß in dem Raum, den ein Gebirge, ein Baum oder der eigene Körper einnimmt, gleichzeitig kein anderer Körper sein kann.

Die Hindernisse, auf die wir bald stoßen, wenn wir uns in ein und derselben Richtung fortbewegen, sind nichts anderes, als Folgen der Undurchdringlichkeit der in unserem Wege befindlichen Körper.

Die Luft erfüllt den Raum ebenfalls, sie ist undurchdringlich, weshalb sie als ein Theil der Materie, als ein Körper betrachtet wird. Es erfordert dies einen näheren Beweis. Wenn ich ein Trinkglas mit der nach unten gekehrten Oeffnung in Wasser tauche, so tritt kein Wasser in dasselbe, wie tief ich es auch eintauche. Es rührt dies daher, daß die im Glase befindliche Luft undurchdringlich ist, weshalb das Wasser ihre Stelle nicht einnehmen kann. Die Möglichkeit, mittels einer Taucherglocke in die Tiefe des Meeres hinabzusteigen, beruht eines Theils auf der Undurchdringlichkeit der in ihr eingeschlossenen Luft.

Ein im gewöhnlichen Sinne leeres Gefäß ist allerdings mit Materie, nämlich mit Luft erfüllt, und nur wenn wir diese entfernen, verdrängen, können wir eine andere Materie, z. B. Wasser, an die Stelle bringen, die jene vorher eingenommen hatte.

Nicht alle Theile der Materie setzen der Bewegung unseres Körpers gleichen Widerstand entgegen, sondern es finden in dieser Beziehung große Unterschiede Statt. So lassen sich diejenigen Körper, die wir feste nennen, viel schwieriger aus ihrer Stelle verdrängen, als die flüssigen, und bei den luftförmigen fühlen wir kaum, daß sie unseren Bewegungen einen Widerstand entgegensetzen, sie sind höchst beweglich. Die Materie zeigt daher als Festes, Flüssiges

und Luftförmiges drei verschiedene sogenannte Aggregatzustände, die wir später einer genaueren Betrachtung unterwerfen werden.

§. 9. Wenn gezeigt worden ist, daß die Materie erst unter dem Einfluß der Kräfte die Erscheinungen darbietet, so wird das Verweilen derselben an und für sich in demselben Zustand als ihre Trägheit oder ihr Beharrungsvermögen bezeichnet. Da diese allgemeine Eigenschaft der Materie bei den Erscheinungen der Bewegung besonders auffallend hervortritt, so wird bei deren Betrachtung näher auf dieselbe eingegangen werden.

§. 10. Mit Leichtigkeit kann durch die geeigneten Mittel ein jeder Körper in kleinere Theile getheilt werden. Steine und Früchte zermahlen wir zu feinem Staub oder Mehl, die Metalle werden durch die Feile in kleine Spähne verwandelt, oder durch den Hammer in dünne Blättchen geschlagen oder in Fäden ausgezogen, die dünner sind als ein Haar. Das Wasser, welches ein Gefäß enthält, läßt sich leicht in einzelne Tropfen theilen, und jedes Tröpfchen können wir mittels des Pinsels auf eine große Fläche vertheilen. Nach einiger Zeit wird die benetzte Fläche wieder trocken, weil das Wasser verdunstet und dadurch in so außerordentlich kleine Theilchen übergeht, daß die einzelnen durch das Auge gar nicht mehr wahrgenommen werden können.

Die Theilbarkeit ist daher eine allgemeine Eigenschaft der Körper, und wir vollbringen die Theilung entweder durch Werkzeuge, in welchem Falle sie mechanische Theilung genannt wird, oder durch Naturkräfte, wo sie dann physikalische Theilung heißt.

Wie weit die Theilung gehen kann, möge aus Beispielen entnommen werden. Der kleine hier eingeklammerte Strich (-) bezeichnet die Länge eines Maaßes, welches ein Millimeter (s. §. 7) genannt wird.

Der Seidenwurm spinnt Fäden, von welchen hundert neben einander gelegt werden müssen, um die Länge eines Millimeters auszumachen. Allein man hat Metall in so außerordentlich feine Fäden ausgezogen, daß hundert und vierzig derselben erst der Dicke eines Seidenfadens gleichen, und vierzehntausend neben einander gelegt nur ein Millimeter breit sind.

Auf physikalischem Wege lassen sich die Körper jedoch noch in weit höherem Grade zertheilen. Löst man z. B. ein Salzkorn in einem Glase voll Wasser auf, so ist nachher in jedem Tröpfchen der Auflösung, das wir mit einer Nadelspitze herausnehmen, ein Theilchen des Salzes enthalten.

So außerordentlich klein solche Theilchen sind, in welche die Materie getheilt werden kann, so sprechen doch eine Menge von Erscheinungen mit großer Bestimmtheit dafür, daß wenigstens durch die uns zu Gebote stehenden Werkzeuge und Naturkräfte die Zertheilung der Materie nicht bis in's Unendliche fortgesetzt werden kann.

Wir nehmen daher an, daß jeder Körper ein Haufwerk ist, und nennen die Theile, aus welchen er besteht, die kleinsten Theilchen oder Atome (auch Moleküle) desselben. Es giebt Vergrößerungsgläser, welche zwölf- bis sechszehnhundert mal

vergrößern. Nach Thatsachen der Chemie müssen jene Theile kleiner sein, als ein durch ein solches Glas noch sichtbarer Körper.

Halten wir diese Vorstellungsweise fest, so folgt daraus, daß die Masse eines Körpers nur von der Anzahl seiner Theilchen abhängig ist, und daß seine Eigenschaften sowohl von der Beschaffenheit als auch von der Anordnung seiner Theilchen bedingt werden.

Wir werden Gelegenheit haben, Schlüsse der Art mehr oder weniger durch die Ergebnisse der Naturforschung bestätigt zu sehen.

§. 11. Die kleinen Oeffnungen, durch welche der Schweiß und die Ausdünstungen aus der Haut treten, heißen Poren. Daher nennt man alle Körper, welche von Wasser oder Luft durchdrungen werden, porös, und da dies fast bei allen Körpern der Fall ist, so zählt man die Porosität ebenfalls zu den allgemeinen Eigenschaften.

Sehr poröse Körper sind z. B. Schwamm, Holz und Holzkohle, Brotkrume, und der erste Blick zeigt uns die zahlreichen und großen Poren derselben.

Bei anderen Körpern beobachtet man jedoch die Porosität erst unter besonderen Umständen. Macht man z. B. hohle Kugeln von Eisen, Gold oder anderen dichten Metallen, die mit Wasser gefüllt, fest verschlossen und einem heftigen Drucke ausgesetzt werden, so dringt das Wasser in feinen Tröpfchen durch die Poren des Metalls.

Glas und einige andere Körper gestatten unter keinen Umständen dem Wasser oder der Luft einen Durchgang. Wenn Gründe dafür sprechen, daß selbst auch solche Körper Zwischenräume besitzen, so ist es doch Gebrauch, nur diejenigen porös zu nennen, welche die angeführten Eigenschaften unter den gewöhnlichen Umständen zeigen.

§. 12. Daß die Zusammendrückbarkeit auch den allgemeinen Eigenschaften zuzuzählen ist, folgt wohl aus dem Vorhergehenden. Denn, sobald in der Masse eines Körpers Zwischenräume sind, so muß sich derselbe zusammendrücken lassen, wenn wir im Stande sind eine hinreichend große Kraft anzuwenden.

In der That hat man noch keinen Körper gefunden, der nicht durch Druck auf einen kleineren Raum gebracht werden könnte.

Offenbar wird jeder Körper um so dichter, je größer der Druck ist, welchen er erleidet, und der Widerstand, den er dem weiteren Druck entgegensetzt, wächst mit dem zunehmenden Drucke.

Die Luft ist unstreitig von allen Körpern derjenige, der am meisten zusammengedrückt werden kann, während merkwürdigerweise das Wasser und andere Flüssigkeiten nur in sehr geringem Grade sich zusammendrücken lassen. Wollte man z. B. in einem Kanonenlauf mit Wänden von drei Zoll Dicke zwanzig Kubikzoll Wasser so zusammenpressen, daß dieselben nur noch den Raum von neunzehn Kubikzoll einnehmen, so würde die Kanone eher zerspringen, als dies erreicht ist.

Sehr poröse Körper lassen sich natürlich beträchtlich zusammendrücken, aber auch die Metalle nehmen nach dem Hämmern und Prägen einen kleineren

Raum ein, und selbst Glas läßt sich etwas zusammendrücken, weshalb es in seinem Inneren Zwischenräume haben muß, die freilich unsichtbar klein sind.

§. 13. Wenn ein Körper durch irgend eine äußere Gewalt zusammengedrückt wird, so zeigen seine Theilchen das Bestreben, ihre frühere Lage wieder einzunehmen.

Man bezeichnet diese Eigenschaft mit dem Namen Elasticität oder Federkraft und nennt daher die Körper elastisch.

Dieselben besitzen diese Eigenschaft jedoch in höchst ungleichem Grade. So nimmt z. B. eine gewisse Menge von Luft ihren ursprünglichen Raum augenblicklich und vollständig wieder ein, wenn dieselbe noch so stark und wiederholt zusammengedrückt wird. Die Luft ist daher vollkommen elastisch.

Als sehr elastische Körper sind anzuführen das Kautschuk oder Federharz, die Federn und Haare, das Fischbein, manche Holzarten und Metalle, namentlich der Stahl.

Bei vielen Körpern, wie z. B. Flüssigkeiten, Thon u. a., läßt sich die Elasticität kaum oder nur unter besonderen Umständen wahrnehmen, und sie heißen im Gegensatz zu den anderen unelastische.

Wenn man auf eine mit Lampenruß überzogene Marmorplatte eine Kugel von Elfenbein ruhig hinlegt, so erhält sie an der aufliegenden Stelle nur ein schwarzes Pünktchen. Läßt man dagegen die Kugel auf die Tafel fallen, so erhält sie einen runden, schwarzen Fleck, der um so größer ist, je höher herab die Kugel fiel. Dies beweist, daß die Kugel im Augenblicke des Auffallens sich abplattet, aber sogleich vermöge ihrer Elasticität die Kugelgestalt wieder annimmt.

Der Bogen, die Armbrust und die Wurfgeschosse der Alten verdanken ihre Wirkungen der Elasticität.

Die ausgedehnteste Anwendung findet dieselbe jedoch in der Mechanik, und namentlich ist es die Elasticität der Drähte oder Streifen von Messing und Stahl, die Federn genannt werden, welche als bewegende Kraft eine allgemein verbreitete Wirksamkeit äußert. Solche Federn sind es, welche das Flintenschloß, Thürschloß und das Taschenmesser zuschlagen, und die gewundenen Federn oder Spiralen verleihen unseren gepolsterten Möbeln ihre Springkraft und den Wagen die sanft schaukelnde Bewegung. Am meisten hervorgehoben wird jedoch die Wichtigkeit der Elasticität, wenn wir später zeigen, daß durch sie unsere sämmtlichen Taschenuhren und Pendeluhren ohne Gewicht in Bewegung gesetzt werden.

§. 14. Unter Ausdehnbarkeit der Körper versteht man die Eigenschaft derselben, ihren Raum zu vergrößern, wenn sie erwärmt werden.

Man kann annehmen, daß der Raum, welchen ein Körper einnimmt, um so größer wird, je mehr man diesen erwärmt.

Am deutlichsten und stärksten zeigt sich die Ausdehnbarkeit bei solchen Körpern, die selbst durch die stärkste Hitze nicht zersetzt werden, wie dies bei der Luft und dem Wasser der Fall ist.

Ein Kubikfuß Wasser so weit erwärmt, daß dasselbe vollständig in Dampf verwandelt ist, nimmt alsdann einen Raum von 1400 Kubikfuß ein.

Eintheilung der physikalischen Erscheinungen.

§. 15. Da die physikalischen Erscheinungen sehr zahlreich und mannichfaltig sind, so ist es zweckmäßig, dieselben in größere Gruppen zu sondern. Die eigentlichen Charaktere derselben kann man natürlich erst dann vollkommen verstehen, wenn man ihren Inhalt kennen gelernt hat, weshalb hier auch nur eine kurze Andeutung gegeben wird.

In der ersten Gruppe werden wir nur solche Erscheinungen betrachten, deren letzte Ursache vorzugsweise die gegenseitige Anziehung ist, welche zwischen den Theilchen der Materie stattfindet.

Eine zweite Gruppe wird von solchen Erscheinungen gebildet, deren Wesen in einer eigenthümlichen Bewegung beruht, die wir Schwingung nennen.

Ebenso umfaßt die dritte Gruppe eine Reihe von Erscheinungen, als deren Grund man gewisse Strömungen ansieht, von denen am geeigneten Orte weiter die Rede sein wird.

Bequemer wird die Uebersicht des Ganzen durch die Betrachtung der folgenden kleinen Tafel:

I. Gruppe.	II. Gruppe.	III. Gruppe.
Erscheinungen der Anziehung.	Erscheinungen der Schwingungen.	Erscheinungen der Strömung.
1) Zusammenhang. 2) Schwere. 3) Bewegung und Gleichgewicht	1) Schall. 2) Wärme. 3) Licht.	1) Elektricität. 2) Magnetismus.

I. Erscheinungen der Anziehung.

§. 16. Alle kleinsten Theilchen der Materie ziehen sich gegenseitig an. Diese denselben innewohnende Kraft äußert sich jedoch in dreierlei, wesentlich verschiedener Weise.

Einmal ziehen sich nur die einander unmittelbar berührenden Theilchen eines Körpers an, so daß ein mehr oder minder starkes Zusammenhängen derselben

die Folge ist, weshalb auch diese Art der Anziehung den Namen Zusammenhang (Cohäsion) erhalten hat.

Ein zweiter Fall ist der, daß Körper sich auch dann anziehen, wenn sie sich gegenseitig nicht berühren, ja selbst wenn sie sehr weit von einander entfernt sind. Diese Kraft heißt Schwere oder Gravitation.

In Folge der dritten Art der Anziehung, die chemische Anziehung oder Verwandtschaft heißt, erhalten die zusammenhängenden Theilchen veränderte Eigenschaften, weshalb diese Erscheinungen einen ganz besonderen Theil der Naturwissenschaft, die Chemie, bilden.

1) Zusammenhang.

§. 17 Wenn wir es versuchen, die Theilchen irgend eines Körpers von einander zu trennen, so werden wir auf einen mehr oder weniger großen Widerstand stoßen. Daß diese Theilchen mit einer gewissen Stärke an einander hängen und nicht auseinander fallen, schreiben wir einer besonderen Art der Anziehung zu und nennen dieselbe Zusammenhang (Cohäsion).

Bei näherer Betrachtung finden wir als besondere Eigenthümlichkeit dieser Kraft, daß ihre Wirkung nur in unmeßbar geringer Entfernung sich thätig zeigt.

Zerbrechen wir in der That Holz, Metall oder Glas, so ist an den Stellen des Bruches der Zusammenhang aufgehoben und bleibt es, auch wenn wir die Bruchflächen noch so sorgfältig wieder an einander legen.

Nur bei solchen Körpern, deren Theilchen leicht beweglich sind, wie bei Flüssigkeiten, können dieselben einander so nahe gebracht werden, daß sie ihren Zusammenhang wieder erhalten.

Die Kraft, mit welcher die Theilchen der Körper zusammenhängen, ist durchaus von der Wärme abhängig, und zwar erscheint sie um so geringer, je größer die Wärme ist.

Denkt man sich die gesammte Materie, welche die Erde ausmacht, ein paar tausendmal wärmer als siedendes Wasser, so würde der Zusammenhang zwischen allen Theilchen der Materie vollkommen aufgehoben sein. Wäre im Gegentheil die Wärme der Erde einige tausendmal geringer, so würden alle Theilchen der Materie so fest zusammenhängen, daß sie auf mechanische Weise von einander nicht getrennt werden könnten.

Bei der auf unserer Erde gewöhnlich herrschenden Wärme verhält es sich jedoch anders. Wir finden Körper, deren Theilchen sich nur schwierig von einander trennen lassen, und die wir feste Körper nennen, bei anderen lassen sie sich leicht verschieben oder trennen, es sind dies die flüssigen Körper. Endlich giebt es Körper, deren Theilchen durch die Wärme so weit von einander entfernt sind, daß ihr Zusammenhang vollkommen aufgehoben erscheint, und diese werden luftförmige Körper oder Gase genannt.

§. 18. Nächst der Wärme ist die Anordnung der Theilchen von Einfluß auf

die Stärke ihres Zusammenhanges. Bekanntlich ist Holz leichter der Länge nach spaltbar als nach der Quere. Abgelöschter Stahl ist zerbrechlicher, als geschmiedeter.

Ausdrücke, welche verschiedene Grade des Zusammenhangs bezeichnen, wie hart, spröde, zäh, weich, dehnbar, knetbar, dickflüssig, dünn- oder leichtflüssig, bedürfen keiner besonderen Erklärung.

Es ist für manche Zwecke wichtig, die Kraft vergleichen zu können, mit welcher verschiedene Körper ihren Zusammenhang behaupten. Es werden in diesem Falle gleich lange und gleich dicke Stücke derselben mit stets vermehrtem Gewicht so lange beschwert, bis sie zerreißen. Der Zusammenhang war natürlich um so größer, je mehr Gewicht erfordert wurde, denselben aufzuheben.

Um z. B. einen Eisendraht von einem Millimeter Durchmesser zu zerreißen, sind 120 Pfund erforderlich. Gleich starke Drähte der nachstehend genannten Körper erfordern hierzu die dabei bemerkten Gewichte, nämlich: Stabeisen 90 Pfund, Stahl 60 bis 80 Pfd., Gußeisen 28 Pfd., Messingdraht 60 bis 120 Pfund, Kupferdraht 42 Pfd., Glasstäbe oder Röhren 5 Pfund, Bleidraht 2½ Pfund

§. 19. Eine besondere Eigenthümlichkeit der Kraft, welche den Zusammenhang der Körper bedingt, besteht noch darin, daß sie beständig dahin strebt, die kleinsten Theilchen der Materie mit einer bestimmten Regelmäßigkeit nebeneinander zu ordnen, so daß dadurch Körper entstehen, die von Flächen, Kanten und Ecken begränzt sind, und die man Krystalle nennt. Das Salz, der Kandiszucker dienen als bekannte Beispiele.

Eine Menge von Ursachen und namentlich einige andere Naturkräfte wirken jedoch der Krystallbildung störend entgegen, und wir werden erst später die Bedingungen besser verstehen lernen, unter welchen sie stattfindet.

§. 20. Wenn man zwei ebene Platten, z. B. von Glas oder Metall, auf einander legt, so bleiben dieselben mit einer gewissen Stärke an einander hängen, so daß es gelingen kann, mittelst der einen Platte die andere in die Höhe zu heben.

Ueberhaupt lehrt die Beobachtung, daß, wenn irgend zwei Körper mit einander in Berührung kommen, so hängen sie mehr oder weniger stark an einander.

Man erklärt dieses dadurch, daß die an der Oberfläche des einen Körpers liegenden Theilchen eine Anziehung auf die des anderen Körpers ausüben. Je mehr kleine Theilchen daher mit einander in Berührung kommen, desto stärker ist auch die Anziehung. In der That zeigen zwei Kugeln, die sich nur in einem Punkte berühren, keine merkliche Anziehung, während Platten um so fester an einander haften, je größer und je ebener ihre Oberflächen sind.

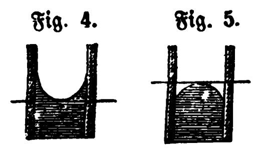
Diese zwischen den Oberflächen verschiedener Körper wirkende Anziehung heißt Anhangkraft (Adhäsion), und wirkt ebenfalls nur in höchst kleinen Entfernungen. Uebrigens findet sie nicht allein zwischen festen Körpern, sondern wechselseitig zwischen festen, flüssigen und luftförmigen Statt, und namentlich

hängt die Luft mit großer Hartnäckigkeit an der Oberfläche der festen Körper. Das Anhängen der Flüssigkeiten an festen Körpern heißt Benetzung. Das Malen, Tünchen, Kleben, Leimen, Kitten u. a. m. sind Anwendungen der Anhangkraft zu praktischen Zwecken.

§. 21. Auffallend ist es dagegen, daß manche Flüssigkeiten weder an festen Körpern, noch an anderen Flüssigkeiten anhängen. Taucht man z. B. einen Glasstab in Wasser oder Oel, so bleibt von beiden etwas an demselben hängen, während dies bei Quecksilber nicht geschieht. Bestreicht man vorher das Glas mit Fett, so wird es nachher von Wasser nicht benetzt. Oel und Wasser vermischen sich nicht. Ja, es scheint zwischen den Theilchen des Glases und Quecksilbers und denen des Oeles und Wassers nicht nur keine Anziehung, sondern vielmehr eine Abstoßung stattzufinden, und man hat diese einer besonderen Kraft von Abstoßung (Repulsion) zugeschrieben. Wenn jedoch der Zusammenhang der Wasser- oder der Oeltheilchen unter sich außerordentlich groß gedacht wird im Verhältniß zur gegenseitigen Anhangkraft, so lassen sich jene Erscheinungen erklären, ohne daß eine abstoßende Kraft vorhanden sein muß.

§. 22. Taucht man daher eine Glasröhre in Wasser und eine andere in Quecksilber, so werden beide Flüssigkeiten in den Röhren keine vollkommene Ebene bilden, sondern das Wasser steigt vermöge seines Anhanges an Glas an dessen Wänden in die Höhe, und erhält dadurch eine Vertiefung wie in Fig. 4., während das an dem Glase nicht anhängende Quecksilber eine halbkugliche Erhöhung Fig. 5 bildet.

Fig. 4. Fig. 5.



Nimmt man aber zu diesem Versuche sehr enge Röhren, so erhebt sich das Wasser nicht nur an dem Rande, sondern es steigt in der Glasröhre in die Höhe, während das Quecksilber innerhalb der Röhre bedeutend tiefer steht, als außerhalb derselben (s. Fig. 6. und 7.).

Fig. 6.

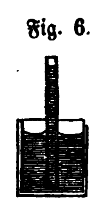
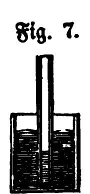


Fig. 7.



Sehr enge Röhrchen werden Haarröhrchen genannt, und man hat daher die Kraft, mit welcher Flüssigkeiten in denselben aufsteigen, Haarröhrchenkraft (Capillarität) genannt.

Flüssigkeiten steigen in Haarröhrchen um so höher, je enger dieselben sind, und es ist gleichgültig, aus welchem Stoffe sie bestehen, wenn sie nur von den Flüssigkeiten benetzt werden. Daher sehen wir denn, daß poröse Körper mit großer Kraft Flüssigkeiten aufsaugen und zurückhalten, da Poren ja nichts anderes vorstellen, als eine unzählige Menge unregelmäßig zusammengehäufter Haarröhrchen.

Weißer Zucker, Holz, Sandstein, ja ein Haufen Sand oder Asche zeigen daher ähnliche Erscheinungen. Mauern aus porösen Steinen, die in nassem Boden stehen, bleiben immer feucht, und ein Haufen trocknen Sandes wird un-

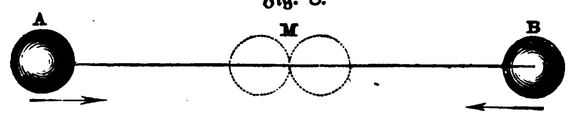
ter denselben Umständen schnell bis an seinen Gipfel von Wasser durchzogen. Die Eigenschaft des Lampendochts und des Fließpapieres, Oel und Wasser aufzusaugen, und eine Menge anderer Erscheinungen erklären sich durch dieselbe Art der Anziehung.

3) Schwere (Gravitation).

§. 23. Die Schwere ist die gegenseitige Anziehung zwischen verschiedenen Theilen der Materie, welche in jeder Entfernung wirkt und deren Stärke der Masse der sich anziehenden Körper entspricht.

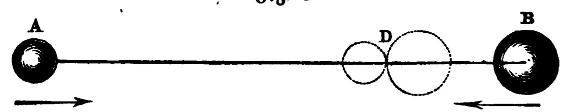
Denken wir uns die beiden Massen *A* und *B* (Fig. 8), welche einander vollkommen

Fig. 8.



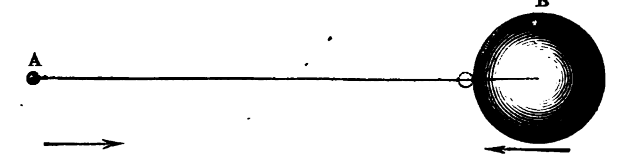
gleich sind und daher sich gegenseitig gleich stark anziehen, ohne daß irgend eine andere Kraft auf diese Anziehung hindernd oder störend einwirkt; so ist es klar, daß beide Massen, ihrer Anziehung folgend, sich mit gleicher Geschwindigkeit einander nähern, bis sie an dem Punkte *M* sich berühren, der genau die Mitte ihrer ursprünglichen Entfernung ist. Ist jedoch, wie in Fig. 9, die Masse *B* noch einmal so groß als *A*, so wird die Anziehung, die *B* gegen *A* ausübt, auch

Fig. 9.



noch einmal so groß sein, als die von *A* auf *B* wirkende, und indem beide sich einander nähern, hat *A* die doppelte Geschwindigkeit von *B* und legt folglich einen zweimal so großen Weg zurück. Beide müssen sich daher in dem Punkte *D* berühren, der in ein Drittel der ganzen Entfernung liegt. Wie man sieht, hat die kleinere Masse den größeren Weg zurückzulegen und dies tritt noch auffallender hervor, wenn der Unterschied beider Massen noch größer angenommen wird, wie bei Fig. 10, wo *A* gleich 1 und *B* gleich 100 sein soll. Hier wird

Fig. 10.



die Bewegung von *B* so klein, daß es scheinbar ganz in Ruhe bleibt, während der kleine Körper *A* mit großer Geschwindigkeit sich zu dem Großen hinbewegt. Wir haben hierdurch die Erklärung einer der alltäglichsten Erscheinungen, nämlich des **Fallens** der Körper, denn im Vergleich mit der Erde sind alle auf ihrer Oberfläche befindliche Körper verschwindend klein und werden mit beträchtlicher Stärke von derselben angezogen. Die Schwere ist daher die Ursache des **Fallens** der Körper, und die Beobachtung hat gezeigt, daß, wenn die Zeit, während welcher ein Körper fällt, eine Secunde beträgt, er einen Weg von 15 Pariser Fuß zurücklegt.

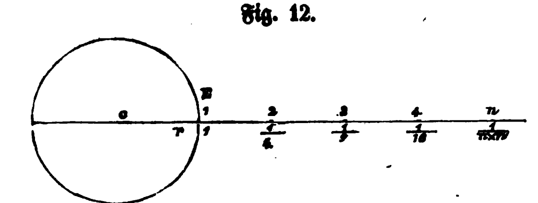
Fig. 11.

Hängt man einen Körper, z. B. eine Bleikugel, an einem Faden auf, so kann er zwar nicht fallen, allein er ertheilt in Folge der Anziehung dem Faden eine Lage, welche die Richtung der Schwerkraft anzeigt (Fig. 11.). Man nennt sie die **senkrechte** oder **lothrechte** oder auch **vertikale**, und die einfache Vorrichtung, welche dieselbe anzeigt, einen **Senkel** oder ein **Bleiloth**. Diejenige Richtung, welche die senkrechte in einem rechten Winkel schneidet, heißt die **wagerechte** oder **horizontale**. Die Oberfläche ruhig stehenden Wassers ist immer wagerecht.

§. 24

Denkt man sich die Richtung, welche ein Bleiloth annimmt, verlängert, so erhält man eine nach dem Mittelpunkt der Erde hinführende Linie, und da dieses an jedem beliebigen Punkte der Erdoberfläche stattfindet, so erscheint uns die Gesammtanziehung der Erde (Fig. 12.) *E* in ihrem Mittelpunkt *o* vereinigt. Jeder Körper an ihrer Oberfläche befindet sich also von dem Mittelpunkte der Anziehung in einer Entfernung, die gleich ist dem Halbmesser der Erde *r* und wird daselbst mit einer Stärke angezogen, die wir durch den Fallraum von 15 Fuß in einer Secunde bezeichnen.

Fig. 12.



In größerer Entfernung ist die Anziehung nicht mehr dieselbe, sondern sie wird um so schwächer, je weiter wir uns von dem Mittelpunkt der Erde entfernen. Diese Abnahme der Schwere findet nach einem besondern Gesetze Statt, welches sich so ausdrücken läßt: Es werde die Stärke der Schwerkraft in der Entfernung 1 vom Mittelpunkt der Erde durch den Fallraum von 15 Fuß bezeichnet, so ist sie in 2 gleich $\frac{15}{4}$, in 3 gleich $\frac{15}{9}$, in 4 gleich $\frac{15}{16}$ u. s. w. Wir können daher in jeder Entfernung die Größe der Schwerkraft durch einen Bruch bezeichnen, dessen Zähler 15 ist und dessen Nenner man durch Multiplication der Entfernung mit sich selbst erhält, oder kürzer ausgedrückt: **die Schwere nimmt ab, im Verhältniß des Quadrates der Entfernung.**

Man sollte nun etwa denken, daß auf sehr hohen Gebirgen der Fallraum

in einer Secunde weniger beträgt als 15 Fuß. Allein die höchsten Gebirge der Erde sind im Vergleich mit der Masse der letzteren zu unbedeutende Pünktchen, als daß sie auf die Fallgeschwindigkeit merklichen Einfluß ausüben könnten.

§. 25. Da die Schwere ebenso gut auf ein einzelnes Theilchen der Materie wirkt, als auf mehrere derselben, die zusammenhängen, so müssen alle Körper gleich schnell fallen, gleichviel, wie groß oder wie klein ihre Masse ist.

Wir sehen aber, daß ein Blatt Papier, eine Feder, ein Strohhalm weniger schnell aus gleicher Höhe zu Boden fallen als ein Stein oder eine Bleikugel. Die Ursache hiervon ist jedoch nur der größere Widerstand der Luft bei jenen, und wenn man daher die genannten Körper in einem luftleeren Raum fallen läßt, so besitzen sie gleiche Geschwindigkeit mit den letztern.

§. 26. Die Bewegung eines fallenden Körpers ist eine fortwährend beschleunigte. Denn nehmen wir an, der Körper erhalte für irgend ein Zeittheilchen durch die Schwere eine bestimmte Geschwindigkeit, so wird er diese für jedes folgende Zeittheilchen unverändert beibehalten, auch wenn die Schwere nicht länger auf denselben wirken würde. Nun wirkt aber in jedem folgenden Zeittheilchen die Schwere auf den fallenden Körper noch fort, und vermehrt unablässig dessen Geschwindigkeit. Wenn also ein fallender Körper während einer Secunde 15 Fuß zurücklegt, so muß nothwendig der Weg, den er in der ersten Hälfte dieser Zeit macht, kleiner sein, als der der zweiten Hälfte, und am Ende der Secunde muß der Körper eine größere Geschwindigkeit besitzen, als in jedem vorhergehenden Theile derselben. Es folgt hieraus, daß der Körper für jede folgende Secunde eine rasch zunehmende Geschwindigkeit erlangen muß, und nach einem sowohl durch die Berechnung, als durch die Beobachtung bestätigten Gesetz findet man den Raum, welchen ein Körper in einer Anzahl von Secunden durchfallen hat, wenn die Anzahl der Secunden zuerst mit sich selbst und das dadurch Erhaltene mit 15 multiplicirt wird. Das Fallgesetz erhält daher folgenden Ausdruck: **Die Fallräume nehmen zu, im Verhältniß der Quadrate der Fallzeiten.**

Man lasse einen Stein in einen Brunnen fallen, und es dauere z. B vier Secunden, bis man hört, daß er unten das Wasser erreicht hat, so beträgt die Tiefe des Brunnens $4 \times 4 \times 15 = 240$ Fuß.

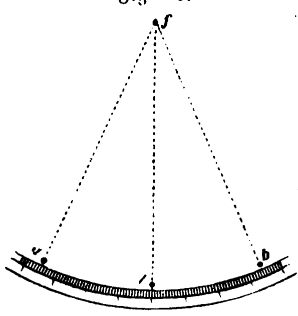
Das Pendel.

§. 27. Ein schwerer Körper, z. B. eine Kugel oder Scheibe von Metall, welcher an einem Faden aufgehängt ist, stellt ein Pendel vor.

Bringt man das Pendel aus der senkrechten oder Gleichgewichtslage, *fl* Fig. 13., so daß etwa die Kugel bei *b* sich befindet, und überläßt sie dann sich selbst, so fällt sie nach dem Punkte *l* und steigt alsdann auf der entgegengesetzten Seite bis *a*, welches um ein Unmerkliches niedriger liegt als *b*.

Bei *a* angekommen, fällt die Kugel wieder und steigt auf der andern Seite, ohne jedoch genau wieder die Höhe von *b* zu erreichen, und in solcher Weise dauern diese Bewegungen, welche man die Schwingungen des Pendels nennt, fort, indem jede folgende unmerklich kleiner ist als die vorhergehende, bis das Pendel endlich in Ruhe gelangt. Die nähere Betrachtung zeigt, daß die Schwingungen des Pendels von der Schwere abhängende, etwas veränderte Fallbewegungen sind. Bei *b* einerseits von der Erde angezogen, andererseits durch den Faden in unveränderlicher Entfernung von dem Aufhängepunkt gehalten, entsteht aus diesen beiden Kräften ein kreisförmiger Weg, in welchem das Pendel, mit der nach dem §. 26 gegebenen Fallgesetz stets zunehmenden Geschwindigkeit nach dem am tiefsten liegenden Punkt *l* hinfällt. An dieser, der Richtung der Schwerkraft entsprechenden Lage *fl* würde das Pendel in Ruhe verharren, wenn es nicht durch den Fall von *b* nach *l* eine gewisse Geschwindigkeit erlangt hätte. Es steigt nun mit dieser durch den Einfluß der Schwere stets verminderten Geschwindigkeit auf der anderen Seite so lange, bis letztere überwunden ist, worauf das Pendel von dem Punkte *a* an wieder fällt. So würden seine Schwingungen ewig fortdauern, wenn nicht die Reibung am Aufhängepunkt und der Widerstand der Luft entgegenwirkten und endlich die Ruhe herstellten.

Fig. 13.



Man hat über die Pendelschwingungen einige Gesetze aufgefunden, die wesentlich in Folgendem bestehen.

1. Die einzelnen Schwingungen eines und desselben Pendels sind von gleicher Dauer, mag nun der Ausschlag größer oder kleiner sein, vorausgesetzt, daß der Bogen *ab* überhaupt nicht über 5 Grad beträgt.

2. Zwei Pendel von gleicher Länge machen in ein und derselben Zeit eine gleiche Anzahl von Schwingungen.

3. Zwei Pendel von ungleicher Länge machen in ein und derselben Zeit eine ungleiche Anzahl von Schwingungen, und zwar macht das längere weniger als das kürzere.

4. Ein und dasselbe Pendel macht überall, wo die Schwere in derselben Weise und Stärke wirkt, in einer bestimmten Zeit die gleiche Anzahl von Schwingungen. Könnten wir dasselbe Pendel, welches auf der Erde in einer bestimmten Zeit eine gewisse Anzahl von Schwingungen macht, auf den Mond und die Sonne bringen und dort beobachten, so würde es auf ersterem weniger, auf letzterer sehr viel mehr Schwingungen machen, da der Mond eine 50mal geringere, die Sonne eine beinahe 1½ Millionen mal stärkere Anziehung ausübt als die Erde.

§. 28. Hieraus folgen einige Anwendungen, welche diesem so einfachen Instrumente

eine große Bedeutung verleihen. Das Pendel dient erstlich, um bei Uhren die ungleichförmige Bewegung auszugleichen, welche stattfindet, sowohl wenn dieselbe durch ein Gewicht als durch eine Feder hervorgebracht wird, und dann, um ein Längenmaaß von bestimmter und unveränderlicher Größe abzugeben.

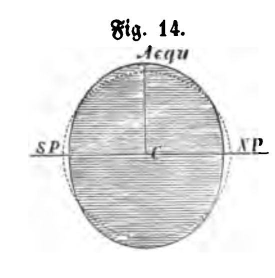
§. 29. Secundenpendel nennt man ein solches Pendel, das in einer Minute genau 60 Schwingungen macht, so daß also jede Schwingung die Dauer einer Secunde hat. Es ist nach dem oben Bemerkten begreiflich, daß das Secundenpendel eine ganz bestimmte Länge haben muß. Denn wäre es kürzer, so würde es in einer Minute mehr als 60 Schwingungen, wäre es länger, so würde es weniger machen.

Deswegen kann das Secundenpendel eines Ortes als ein bestimmtes, unveränderliches Längenmaaß benutzt werden. In Paris muß ein solches genau die Länge von 3 Pariser Fuß 8 Linien haben, es ist nur $2^2/_8$ Linien kürzer als das Meter. In England ist das Längenmaaß dadurch als eine unveränderliche Größe bestimmt worden, daß man festgesetzt hat, der wievielste Theil vom Londoner Secundenpendel der Fuß sein soll.

§. 30. Erstaunt waren dagegen die Physiker, als man die Beobachtung machte, daß ein und dasselbe Secundenpendel nicht an allen Punkten der Erdoberfläche eine gleiche Anzahl von Schwingungen in einer Minute machte. Bringt man z. B. das 3 Fuß 8 Linien lange Pariser Secundenpendel nach dem Aequator, so macht es in einer Minute weniger, am Nordpol dagegen mehr als 60 Schwingungen.

Da aber die Bewegungen des Pendels von der Schwere abhängig sind, und die Stärke der Schwere abnimmt (§. 24), je weiter man sich von dem Mittelpunkte der Erde entfernt, so schloß man aus den Beobachtungen des Pendels, daß ein Punkt am Aequator weiter von dem Mittelpunkte der Erde entfernt sei als ein Punkt an den Polen derselben. Die Erde kann alsdann keine vollkommene Kugel sein, sondern sie ist, wie Figur 14., an den Polen etwas eingedrückt. Der Durchmesser der Erde am Aequator beträgt 1719 Meilen, von Pol zu Pol dagegen nur 1713,5 Meilen. Die Fliehkraft, welche die Erde durch ihre Umdrehung hat, trägt übrigens auch noch dazu bei, die Schwingungen des Pendels am Aequator langsamer zu machen.

Fig. 14.



Gewicht.

§. 31. Da jedes Theilchen eines Körpers von der Erde angezogen wird, so muß es, auf einer Unterlage befindlich, einen gewissen Druck auf dieselbe ausüben. Den Gesammtdruck aller Theilchen eines Körpers auf seine wagerechte Unter-

lagen nennt man sein Gewicht. Daher, je mehr Theilchen oder je mehr Masse ein Körper hat, desto größer ist sein Gewicht.

Man kann die Massen oder Gewichte zweier Körper vergleichen, wenn man sie an den Enden eines gleicharmigen Hebels befestigt. Bleibt dieser im Gleichgewicht, so sind die Gewichte gleich. Bei ungleichen Gewichten entsteht ein Ausschlag auf der Seite desjenigen, der mehr Gewicht hat.

Eine solche Vorrichtung zur Vergleichung der Gewichte ist die Wage.

§. 32. Gewichte nennt man aber auch die in den verschiedenen Ländern gebrauchten bestimmten Einheiten der Massen, deren man sich zum Wägen, d. h. um die Massen der Körper überhaupt zu messen und auszudrücken, bedient.

Bei wissenschaftlichen Untersuchungen ist der Gramm die vergleichende Gewichtseinheit. Man erhält dieselbe, wenn ein würfelförmiges Gefäß, dessen Seiten, wie in Fig. 15., 1 Centimeter Länge haben, dessen Inhalt daher 1 Kubikcentimeter ist, mit Wasser von 4 Graden Wärme genau angefüllt wird.

Fig. 15.

Sage ich also, ein gewisser Körper wiegt 80 Gramm, so folgt daraus, daß wenn ich auf die eine Schale einer Wage diesen Körper lege, so muß ich, um denselben das Gleichgewicht zu halten, auf die andere Wagschale 80 Kubikcentimeter Wasser legen. Es ist jedoch klar, daß, wenn ich kleine Metallstückchen verfertige, deren jedes genau so viel als ein Kubikcentimeter Wasser wiegt, dieselben noch bequemer zum Wägen sind.

§. 33. In dem Handel ist die gewöhnliche vergleichende Gewichtseinheit das Pfund. Obgleich es nun sehr bequem wäre, wenn in allen Ländern das Pfund ein und dieselbe Größe hätte, so ist dies, wie folgende Tafel zeigt, doch nicht der Fall.

1	Pfund	ist	gleich	560	Gramm	in Oesterreich und Baiern.
1	»	»	»	500	»	im Großherzogthum Hessen und Baden*).
1	»	»	»	484	»	in Hamburg.
1	»	»	»	467	»	in Preußen, Sachsen, Hannover, Würtemberg, Churhessen, Braunschweig und Frankfurt a. M. Dieses Pfund wird auch das Cölnische leichte Pfund genannt.
1	»	»	»	453	»	in England.
1	Kilo	»	»	1000	»	in Frankreich.

*) Anmerk. Dieses Pfund ist zugleich das bei den Berechnungen des Zollvereins angenommene.

Dichte.

§. 34. Auf die eine Schale einer Wage lege ich einen Kubikzoll Wasser und auf die andere einen Kubikzoll Blei. Da hier auf beiden Seiten Massen von gleicher Ausdehnung liegen, so sollte man erwarten, daß Gleichgewicht stattfinde. Allein dies ist durchaus nicht der Fall, sondern, um jenem einzigen Kubikzoll

Blei das Gleichgewicht zu halten, müssen wir eilf Kubikzoll Wasser auf die andere Wagschale legen. Hätte man anstatt des Blei's einen Kubikzoll Quecksilber genommen, so würde man 13 Kubikzoll Wasser, und bei einem Kubikzoll Gold gar 19 derselben bedurft haben, um das Gleichgewicht zu erhalten.

Stellen wir denselben Versuch mit einem Kubikzoll Wasser und eben so viel Weingeist an, so wird im Gegensatz zu Obigem die Menge des Weingeistes vermehrt oder die des Wassers vermindert werden müssen, um Gleichgewicht zu erhalten. Terpentinöl, Mohnöl und andere Oele verhalten sich in Beziehung auf Wasser ähnlich.

Hieraus geht denn auf's Deutlichste hervor, daß verschiedene Körper in gleichem Raume eine ungleiche Anzahl von Theilchen enthalten. Indem man sich dieselben mehr oder weniger dicht neben einander liegend denkt, ist es leicht zu begreifen, daß in gleichen Raumtheilen verschiedener Körper ungleiche Massen sich befinden können.

Ein Kubikzoll Blei enthält unstreitig eilfmal so viel Masse, als ein Kubikzoll Wasser, und wiegt daher eilfmal so viel als dieses. Der Weingeist und die Oele sind dagegen weniger dicht als das Wasser.

Man hat die Dichte der meisten flüssigen und festen Körper mit der des Wassers verglichen, und die Zahl, welche ausdrückt, wie viel mal ein Kubikzoll eines Körpers mehr oder weniger wiegt als ein Kubikzoll Wasser, heißt die Dichte oder das specifische Gewicht dieses Körpers. Wir fügen hier diese Zahlen einiger der bekanntesten Körper bei:

Körper.	Dichte.	Körper.	Dichte.
Kork	0,24	Sandstein	2,35
Pappelholz	0,38	Basalt	2,66
Lindenholz	0,439	Bouteillenglas . . .	2,6
Edeltanne	0,555	Granit	2,80
Nußbaumholz . . .	0,677	Diamant	3,52
Aether	0,713	Schwerspath	4,426
Weingeist	0,793	Chrom	5,900
Terpentinöl	0,872	Antimon	6,712
Mohnöl	0,929	Zink	7,037
Eis	0,916	Eisen (geschmiedet) . .	7,788
Wasser	1,000	Stahl	7,816
Meerwasser	1,026	Kupfer (geschmiedet) .	8,878
Milch	1,030	Wismuth	9,82
Eichenholz	1,170	Silber	10,474
Phosphor	1,770	Blei	11,852
Schwefelsäure . . .	1,848	Quecksilber	13,598
Elfenbein . . .	1,917	Gold	19,325
Schwefel	2,03	Platin	22,100

§. 35 Fragen wir nun, welchen Vortheil kann die Kenntniß dieser Zahlen gewähren? so läßt sich derselbe in mehrfacher Hinsicht leicht nachweisen.

Da z. B. ein jeder Körper unter übrigens gleichen Umständen stets ein und dieselbe Dichte besitzt, so ist diese eins der wichtigsten Merkmale der Körper. Würde mir Jemand reinstes Silber verkaufen, so muß ein hessischer Kubikzoll desselben genau 10,474 Loth wiegen. Ist seine Dichte geringer, so kann ich voraussetzen, daß Kupfer, ist sie größer, daß Blei dem Silber zugesetzt worden ist. Lasse ich ein Gebälk von Eichenholz verfertigen, welches 1170 Pfund wiegt, so wird ein Gebälk von Tannenholz, das genau so viel Kubikinhalt hat als jenes, nur 555 Pfund wiegen. Eine Flasche, die, mit Wasser angefüllt, 10 Pfund desselben faßt, muß, mit Schwefelsäure gefüllt, 18 Pfund davon aufnehmen, weil diese beinahe noch einmal so dicht ist als Wasser u. s. w.

Im gewöhnlichen Leben nennt man diejenigen Körper **leicht**, die einen verhältnißmäßig großen Raum einnehmen und wenig Masse enthalten, wie z. B. Kork u. a. m.

Die Luft ist bei weitem weniger dicht als alle festen und flüssigen Körper und es wird später gezeigt werden, wie man die Dichte der luftförmigen Körper bestimmt.

3) Bewegung und Gleichgewicht.

§. 36 Ein Körper ist in **Bewegung**, wenn wir denselben nach und nach an verschiedenen Stellen des Raumes wahrnehmen. Er muß alsdann fortwährend seinen Ort in Beziehung auf die ihn umgebenden Gegenstände verändern und hieran erkennen wir überhaupt die Bewegung. Der Zeiger der Uhr rückt von Ziffer zu Ziffer, das Schiff gleitet vorbei an Thal und Hügel, der Bahnzug saus't durch Stadt und Land — diese Körper sind in Bewegung, da wir wahrnehmen, daß sie von den benachbarten Gegenständen sich entfernen und den entfernten sich nähern.

Unverrückt hingelagert erscheint uns dagegen ein mächtiges Gebirge, unbeweglich die Masse eines Gebäudes, festgewurzelt der Baum. Diesen Zustand des Verharrens eines Körpers und seiner Theile in stets gleicher Entfernung von den Gegenständen seiner Umgebung nennen wir **Ruhe**.

§. 37. Es gehört also nach dem eben Gesagten wesentlich zur Wahrnehmung der Bewegung, daß gewisse Gegenstände an ihrem Orte verharrend erscheinen. Denn würden alle gleichmäßig sich bewegen, so würden sie uns Alles in Ruhe befindlich erscheinen lassen, da ihre gegenseitige Lage unverändert bliebe, wie dieses beim Anblick des sternbesäeten Himmels, der Gebirge, Wälder und Städte der Erdoberfläche sich darstellt.

Die genauere Beobachtung lehrt uns jedoch, daß alle Himmelskörper, selbst die, wegen ihrer ungeheuren Entfernung scheinbar feststehenden Fixsterne, in steter Bewegung sind, und wir können mit Sicherheit annehmen, daß auch nicht ein einzelnes Theilchen des Weltalls in vollkommener Ruhe verharrt. Wir wissen,

daß bei der täglichen Umdrehung der Erde, Gebirge, Wälder und Städte an dieser Bewegung Theil nehmen.

Es giebt daher keine vollkommene (absolute) Ruhe, sondern nur eine beziehungsweise (relative). Auf einem Schiffe befindlich, kann sich mein Körper in Beziehung auf Dinge der näheren Umgebung, wie Mast, Tisch und Bank, in Ruhe befinden, während ein Blick auf die am Ufer entschwindenden Gegenstände mich überzeugt, daß das Schiff sammt Allem darauf befindlichen in rascher Bewegung ist.

§. 38. Fragen wir nach den Ursachen der Bewegung, so sind deren mancherlei. Unstreitig ist die Schwerkraft die alleinige oder doch mitwirkende Ursache der meisten Bewegungserscheinungen. Andere bewegende Kräfte sind: die elektrische und magnetische Anziehung, der Einfluß der Wärme und endlich diejenige Kraft, vermöge welcher Menschen und Thiere nicht nur den eigenen, sondern auch fremde Körper in Bewegung zu versetzen vermögen und welche im Innern der Pflanzen- und Thierkörper die eigenthümlichen Lebensbewegungen veranlaßt. Für die allgemeine Betrachtung der Bewegungsgesetze ist es jedoch ganz gleichgültig, von welcher dieser Ursachen die Bewegung ausgeht.

§. 39. Als erstes und wichtigstes Gesetz der Bewegungslehre oder **Mechanik** der unbelebten Materie gilt nun Folgendes:

1) **Ein in Ruhe befindlicher Körper kann sich nicht von selbst in Bewegung versetzen.**

2) **Ein in Bewegung befindlicher Körper kann nicht von selbst diesen Zustand der Bewegung ändern oder aufheben.**

Beide Sätze sind der genauere Ausdruck der in §. 9 bereits angeführten **Trägheit** der Materie.

§. 40. Versetzen wir nun einen beliebigen Körper in Bewegung, so würde derselbe, nach dem zweiten Satze, die ihm ertheilte Bewegung ungeschwächt bis in's Unendliche fortsetzen, wie dieses bei den Himmelskörpern wirklich der Fall ist. Im Bereich der Erde befindlich, können wir jedoch eine solche ewige Bewegung keinem Körper ertheilen. Schießt man z. B. eine Kugel mit der stärksten Ladung in die Luft, oder rollt sie über eine spiegelglatte Eisfläche dahin, mit einer Schnelligkeit, daß kaum der Blick ihr zu folgen vermag, so wird dennoch ihre Bewegung allmälig langsamer werden und endlich ganz aufhören. In beiden Fällen gelangt die Kugel nicht von selbst in Ruhe, sondern es sind andere Kräfte, nämlich der Widerstand der Luft und die Anziehung der Erde, welche der Bewegung ein Ende machen.

§. 41. Bei weiterer Verfolgung der Bewegung betrachten wir zunächst ihr Verhältniß zu Raum und Zeit, nämlich ihre **Richtung** und **Geschwindigkeit**.

Die Entfernung von dem Punkte, wo die Bewegung eines Körpers beginnt, bis zu dem, wo sie aufhört, nennt man seinen Weg, und die Linie, welche diesen Weg bezeichnet, heißt **Richtung**. Diese ist entweder eine stetig unveränderte, **geradlinige**, oder sie ist **krummlinig**. Die kreisförmige Bewegung

der Punkte eines um sich selbst sich drehenden Körpers heißt Rotationsbewegung.

Durch die Vergleichung der Länge des Weges mit der Zeit, in welcher er zurückgelegt wird, erhält man die Geschwindigkeit der Bewegung. §. 42

Es giebt außerordentlich verschiedene Grade der Geschwindigkeit. So legt z. B. der Minutenzeiger einer Uhr denselben Weg in einer Stunde zurück, zu welchem der Stundenzeiger zwölf braucht. Die Schnecke legt in 1 Secunde eine Linie, ein Schnellläufer 25 Fuß, ein Rennpferd 50 Fuß, der Sturmwind 124 Fuß, eine Kanonenkugel 600 Fuß, der Schall 1000 Fuß und das Licht gar 42,000 Meilen zurück.

Von unmerklich geringer Geschwindigkeit ist die sogenannte Molekularbewegung. Es tritt nämlich häufig der Fall ein, daß die einzelnen Theilchen eines Körpers einen so außerordentlichen kleinen Weg zurücklegen, daß wir gar nicht im Stande sind, ihre Bewegung wahrzunehmen, obgleich uns die in Folge derselben eingetretene Veränderung des Körpers nicht entgeht. Es findet dies z. B. Statt, wenn ein Körper unter dem Einfluß der Wärme sich ausdehnt oder zusammenzieht, bei der Krystallbildung aus Auflösungen, ferner bei chemischen Verbindungen und dem Bildungsproceß der Pflanzen- und Thierkörper. Da die kleinsten Theilchen der Körper auch Moleküle genannt werden, so erhielten die Kräfte, deren Wirkung sich nur auf die nächstliegenden Theilchen, also auf unmerklich kleine Entfernungen erstreckt, den Namen der Molekularkräfte. §. 43

Die weitere Untersuchung zeigt uns, daß die Geschwindigkeit entweder gleichförmig oder ungleichförmig ist. §. 44.

Bei der gleichförmigen Geschwindigkeit werden in denselben Zeittheilen gleiche Wege zurückgelegt, selbst wenn die Zeittheile noch so klein sind. Wenn daher ein Körper in einer Stunde eine Meile zurücklegt, so muß er in einer Minute den sechszigsten Theil der Meile, in einer Secunde $1/_{3600}$ Meile zurücklegen.

Die gleichförmige Bewegung setzt voraus, daß der bewegte Körper unter dem Einfluß einer stetig fortwirkenden Kraft sich befindet, welche genau die der Bewegung entgegenwirkenden Hindernisse ausgleicht, so daß die anfängliche Geschwindigkeit unverändert fortdauert.

Ungleichförmig ist die Geschwindigkeit, wenn sie bei einem in Bewegung befindlichen Körper für jedes folgende Zeittheilchen entweder zunimmt oder abnimmt, weshalb sie zunehmende oder beschleunigte Geschwindigkeit im ersten Falle, und abnehmende oder verzögerte im zweiten genannt wird.

Die beschleunigte Geschwindigkeit entsteht, wenn auf einem bereits in Bewegung befindlichen Körper fortwährend eine Kraft in derselben Richtung wirkt, wie dies §. 26 beim freien Fall und §. 27 beim niedergehenden Pendel gezeigt wurde. Bei der verzögerten Geschwindigkeit wirkt dem bewegten Körper fortwährend eine Kraft entgegen, z. B. die Schwerkraft auf einen in die Höhe geworfenen Stein oder auf das steigende Pendel.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß ein Körper, der sich eine Minute lang §. 45

mit beschleunigter Geschwindigkeit bewegt, während der zweiten Secunde eine größere Geschwindigkeit hat als in der ersten, und in der dritten eine größere als in der zweiten u. s. w. Wenn an irgend einem Zeittheil die beschleunigende Kraft aufhört zu wirken, so setzt der Körper seinen Weg gleichförmig mit derjenigen Geschwindigkeit fort, die er im Augenblicke der Unterbrechung hatte und welche nun seine Endgeschwindigkeit genannt wird. Dagegen versteht man unter mittlerer Geschwindigkeit diejenige, welche der Körper behalten würde, wenn man sich die beschleunigende Kraft genau in der Hälfte der ganzen Bewegungszeit abgebrochen denkt. Wenn ein Körper eine Secunde lang fällt, erreicht er eine Endgeschwindigkeit von 30 Fuß und seine mittlere Geschwindigkeit ist gleich 15 Fuß. Hätte er diese letztere gleich anfänglich gehabt und sie gleichförmig fortgesetzt, so würde er denselben Weg in einer ganzen Secunde gemacht haben, wie ihn der beschleunigt fallende Körper zurücklegt, nämlich 15 Fuß.

§. 46. Die Größe einer Kraft wird erkannt aus ihrer Wirkung. Denken wir uns einen starken Streifen von elastischem Stahl, wie dergleichen zu Bogen und Armbrust verwendet werden, so ist eine Kraft um so größer, je stärker sie den Streifen zu biegen vermag. Schon in der alten Erzählung zeigt uns Homer, wie der Held Ulysses stärker war als die Freier, indem diese seinen Bogen nicht zu spannen vermochten. In der That hat man elastische Metallstreifen zur Fertigung sogenannter Kraftmesser (Dynamometer) benutzt, an welchen verschiedene Kräfte verglichen werden können, z. B. Menschen- oder Pferdekraft mit Gewichten. Auch aus dem Gewicht einer Masse, die gehoben oder bewegt wird, beurtheilt man häufig die Kraft. Im letzteren Falle ist jedoch die Geschwindigkeit mit in Rechnung zu ziehen und zwei Kräfte sind gleich, wenn sie gleichen Massen gleiche Geschwindigkeiten ertheilen, oder wenn die Massen sich umgekehrt verhalten wie die ihnen verliehenen Geschwindigkeiten. Dieses ist der Fall, wenn die Zahlen gleich sind, die durch Multiplication einer jeden Masse mit ihrer Geschwindigkeit erhalten werden; z. B. die Masse 4 hat die Geschwindigkeit 2 und die Masse 2 hat die Geschwindigkeit 4. In beiden Fällen ist das Produkt der Multiplication = 8. Man bezeichnet im Allgemeinen als mechanisches Kraftmoment das Produkt aus der Masse eines bewegten Körpers mit seiner Geschwindigkeit.

§. 47. Wenn ein in Bewegung befindlicher Körper auf einen anderen trifft, so findet ein Stoß Statt. Es können hierbei sehr mannichfaltige Erscheinungen eintreten, je nach dem Stoffe, der Größe, der Richtung und der Geschwindigkeit der betheiligten Körper. Im Allgemeinen werde bemerkt, daß beim Stoße weiche, unelastische Körper eine bleibende und daß elastische Körper eine vorübergehende Abplattung erhalten; ferner daß ein Stoß nur dann seine ganze Wirkung ausübt, wenn er auf den Schwerpunkt des getroffenen Körpers gerichtet ist.

Das Verhalten harter Körper beim Stoße läßt sich sehr schön durch Kugeln von Elfenbein nachweisen, die an Schnüren aufgehängt sind und folgendes Resultat geben:

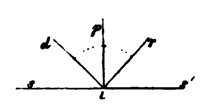
Stößt ein sich bewegender Körper auf einen ruhenden von gleicher Masse,

so hört die Bewegung des ersteren vollkommen auf, während der letztere sich mit derselben Geschwindigkeit fortbewegt, welche der anstoßende Körper besaß. War die Masse des ruhenden Körpers größer als die des anstoßenden, so ist die ihm ertheilte Geschwindigkeit im Verhältniß der Massen geringer als die des bewegten Körpers, und umgekehrt. Man kann daher mit einer großen Masse von geringer Geschwindigkeit einer kleinen Masse eine große Geschwindigkeit ertheilen, und im entgegengesetzten Falle kann eine sehr kleine Kugel, die mit außerordentlicher Geschwindigkeit an eine große stößt, dieselbe in Bewegung versetzen.

Hagelkörner und Schrote sind solche kleine Massen, die ihre verderblichen Wirkungen nur durch ihre Geschwindigkeit erhalten haben.

Wenn ein Körper senkrecht auf eine Fläche *s s'*, Fig. 16, trifft, so prallt er in Folge der beiderseitigen Elasticität in derselben Richtung wieder zurück; geschieht dagegen der Stoß unter einem spitzen Winkel *r l*, so wird der anstoßende Körper unter gleichem Winkel in der Richtung *l d* zurückgeworfen. Eine praktische Anwendung hiervon findet häufig bei dem Billard und bei den sogenannten Ricochetschüssen der Artillerie Statt.

Fig 16.



§. 48 Die Bewegung theilt sich jedoch nicht allen Theilchen eines Körpers gleichzeitig mit, sondern zunächst nur denjenigen, welche der Einwirkung der Kraft, z. B. einem Stoße, unmittelbar ausgesetzt sind. Von diesen Theilchen verbreitet sie sich nach den übrigen. Ein schwacher Stoß kann eine Fensterscheibe nach allen Richtungen zertrümmern, während eine abgeschossene Büchsenkugel nur ein kleines, rundes Loch in die Scheibe macht, weil in letzterem Falle die unmittelbar getroffenen Glastheilchen so schnell von den übrigen losgerissen werden, daß die ihnen mitgetheilte Bewegung nicht Zeit hat, sich weiter zu verbreiten.

Fig. 17.



Hierauf beruht auch das Eintreiben eines Hammers in seinen Stiel, wenn man letzteren auf den Boden aufstößt, und das bekannte Kunststück (Fig. 17), daß eine kleine Münze, senkrecht über der Mündung einer Flasche auf einen Reif gelegt, in dieselbe fällt, wenn der Reif rasch hinweggeschlagen wird u. a. m.

§. 49. Wenn mehrere Kräfte gleichzeitig auf einen Körper wirken, ohne daß hierdurch in dem Zustande desselben die geringste Aenderung herbeigeführt wird, so heben sich ihre Wirkungen gegenseitig vollkommen auf und man sagt in diesem Falle: diese Kräfte halten einander das Gleichgewicht, oder der Körper befindet sich im Gleichgewicht. Es ist gleichgültig, ob hierbei der Körper sich im Zustande der Ruhe oder der Bewegung befindet. Gelangt eine mit gleichförmiger Geschwindigkeit laufende Locomotive an eine Steigung und erhält gleichzeitig ihre Dampfkraft eine diesem Hinderniß genau entsprechende Verstärkung, so setzt sie ihren Weg mit ihrer seitherigen Ge-

schwindigkeit fort, es ist, als ob beide Kräfte gar nicht vorhanden wären, da sie einander das Gleichgewicht halten.

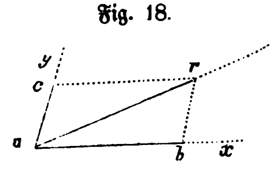
Von diesem **Gleichgewicht der Kräfte** haben wir jedoch das Gleichgewicht der Körper zu unterscheiden, d. i. die Lage, welche feste, flüssige und luftförmige Körper unter dem Einfluß der Schwerkraft einnehmen und worauf wir später zurückkommen.

§. 50. Wenn zwei oder mehrere Kräfte, die sich nicht das Gleichgewicht halten, auf einen Körper einwirken, so muß der Körper eine Bewegung erhalten. Es ist zu merken, daß der Körper immer nur nach einer **einzigen** Richtung bewegt wird, mögen auch noch so viele Kräfte auf ihn gewirkt haben.

Die Betrachtung ist am einfachsten, wenn wir uns den Körper unter dem Einfluß von **zwei** Kräften denken. Er wird in diesem Fall weder in der Richtung der einen, noch in der der anderen Kraft fortbewegt, sondern in einer zwischen diesen beiden liegenden Richtung. Man nennt dies eine **zusammengesetzte** Bewegung, und die Linie, welche ihre Richtung bezeichnet, die **Mittlere** oder **Resultirende**.

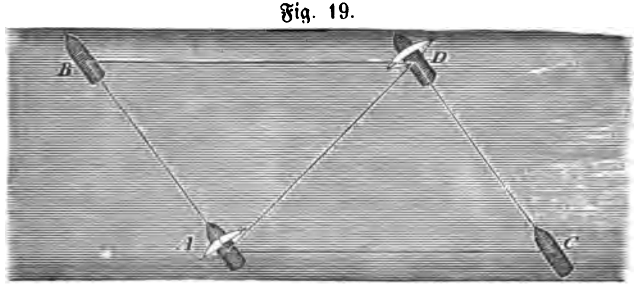
Die Mittlere zweier Kräfte läßt sich leicht finden. In Fig. 18 wirken gleichzeitig auf den Punkt a zwei Kräfte nach den Richtungen ax und ay. Die Entfernungen ab und ac sollen die Wege bezeichnen, welche der Körper unter dem Einfluß jeder einzelnen Kraft zurückgelegt haben würde. Von den Endpunkten c und b ziehe man die Linien cr und br, parallel mit der Richtung der Kräfte. Die Linie von dem Punkte r, wo sie sich schneiden, nach a ist die Mittlere der Kräfte ab und ac und bezeichnet nicht allein die Richtung, sondern auch die Länge des Weges, welchen der Körper unter ihrem Einfluß zurücklegt.

Fig. 18.



Ein anschauliches Beispiel zusammengesetzter Bewegung giebt uns Fig. 19, ein Schiff, welches durch Wind und Ruder von A nach B quer über den Fluß,

Fig. 19.



durch dessen Strömung aber flußabwärts von A nach C getrieben wird. Ziehen wir die beiden Parallelen BD und CD, so bezeichnet die Linie AD den Weg, welchen das Schiff wirklich zurücklegt.

Wie man aus den Beispielen sieht, wird bei diesem Verfahren jedesmal mit den gegebenen Linien, durch welche die Kräfte vorgestellt werden, ein Parallelogramm gezeichnet, dessen Diagonale die Mittlere ist, daher es auch das **Parallelogramm der Kräfte** genannt wird.

Der Punkt, welchen ein Körper unter dem Einfluß zweier Kräfte erreicht, läßt sich auch finden, wenn man die Zeit, in der sie wirken, in zwei gleiche Theile theilt und annimmt, daß in der ersten Hälfte ausschließlich die eine Kraft und in der zweiten Hälfte nur die andere Kraft wirke.

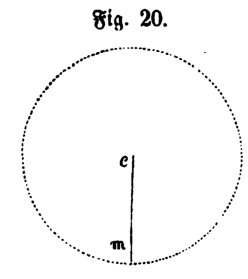
Man wird leicht einsehen, daß eine jede gegebene Kraft ersetzt oder zerlegt werden kann, indem statt derselben zwei andere Kräfte in geeigneter Weise wirken. Denn wenn nach Fig. 18 für die beiden Kräfte *ca* und *ba* deren Mittlere *ra* gesetzt werden kann, so muß umgekehrt, wenn die Kraft *ra* gegeben wäre, ihre Wirkung durch die beiden Kräfte *ca* und *ba* ersetzt werden können.

§. 51. Die krummlinigen Bewegungen entstehen in der Regel aus dem Zusammenwirken mehrerer Kräfte auf einen Körper. So z. B. wirken auf einen Körper, dem in wagerechter Richtung eine gewisse Geschwindigkeit ertheilt wurde, zu gleicher Zeit die Kraft, welche ihn wagerecht fortbewegt, und die Schwere, welche ihn senkrecht nach der Erde zieht. Der hieraus resultirende Weg ist **gekrümmt** und je nach dem Verhältnisse, in welchem beide Kräfte zu einander stehen, mehr oder weniger von der Wagerechten abweichend.

Es ist bekannt, daß der Schütze, der weithin treffen will, wegen der Senkung, welche die Kugel durch die Schwere erleidet, seinen Schuß etwas höher als auf das Ziel richtet.

§. 52. Ertheilt man der an einem Faden hängenden Kugel *m* einen Stoß, so würde sie sich wagerecht fortbewegen, wenn sie nicht durch den Faden festgehalten und nach dem Punkte *c* hingezogen würde. Auch hier entsteht eine resultirende Bewegung und zwar eine **kreisförmige**.

Fig. 20.



Es ist klar, daß, wenn statt des Fadens überhaupt eine Kraft wirkt, die *m* beständig nach *c* hinzieht, eine ähnliche Kreisbewegung stattfinden wird.

Nennen wir die beständig nach dem Mittelpunkt *c* wirkende Kraft die **Centripetalkraft**, und die zweite, auf diese rechtwinklig gerichtete die **Tangentialkraft**, so ist es natürlich, daß der Weg, den ein Körper unter dem Einflusse dieser beiden Kräfte erhält, abhängig sein muß von dem gegenseitigen Verhältniß derselben. Bei der **kreisförmigen** Bewegung findet das folgende Verhältniß Statt: die Tangentialgeschwindigkeit, mit sich selbst multiplicirt, muß gleich sein dem Durchmesser des Kreises, multiplicirt durch die Centralgeschwindigkeit. Wäre das erste Produkt größer als das zweite, so würde die entstehende krumme Linie kein Kreis, sondern eine **Ellipse** sein; wäre das erste genau noch einmal so groß als das zweite, so entsteht eine **Parabel**, und

wäre das erste noch größer, so erhält man eine Hyperbel, sämmtlich krumme Linien, die bei einer andern Gelegenheit näher beschrieben werden.

Die Bahnen der Himmelskörper bieten uns die großartigsten Beispiele solcher Bewegungen dar. So wirken auf den Mond in jedem Augenblicke gleichzeitig zwei Kräfte, nämlich die Anziehung der Erde, und eine rechtwinklig auf deren Richtung wirkende Kraft, die ihn in einer Minute ungefähr 200,000 Fuß weit forttreibt. Wirkte in derselben Zeit die Anziehung der Erde allein, so würde der Mond 15 Fuß in senkrechter Richtung nach der Erde hinfallen. Aus beiden Kräften dagegen ergiebt sich als resultirende seine elliptische Bahn.

§. 53. Wir nennen die Wissenschaft von den Himmelskörpern und ihren Bewegungen Astronomie. Dieselbe macht einen Theil der Physik aus, allein sowohl wegen des großen Umfangs als auch wegen der hohen Bedeutung der astronomischen Erscheinungen werden sie in einem besondern Abschnitt für sich betrachtet.

§. 54. Bei der schiefen Ebene befinden wir uns in dem Falle, eine Kraft in zwei andere zerlegen zu müssen (s. §. 50). Ihrer Erläuterung ist jedoch nothwendig Einiges vorauszuschicken.

Nach §. 31 wird der von einem Körper in Folge der Schwere auf eine wagerechte Ebene ausgeübte Druck das Gewicht dieses Körpers genannt. Wenn wir in diesem Falle den Körper verschieben, so ist keineswegs dessen Gewicht zu überwinden, da dieses vollständig von der wagerechten Ebene getragen wird, sondern nur die Reibung des Körpers an der Ebene, und diese ist um so geringer, je glatter die beiderseitigen Oberflächen sind. In der folgenden Betrachtung soll jedoch von der Reibung ganz abgesehen und angenommen werden, daß sie gleich Null sei, was freilich in der Wirklichkeit niemals auszuführen ist. In diesem Falle muß eine sehr kleine Kraft schon hinreichen, einen Körper zu verschieben, dessen Gewicht von seiner Unterlage getragen wird.

So soll das kleine Gewicht G gerade hinreichen, um den Körper L, Fig. 21, auf der Ebene AB fortzuschieben, wobei die Linie ab die Größe des Drucks vor-

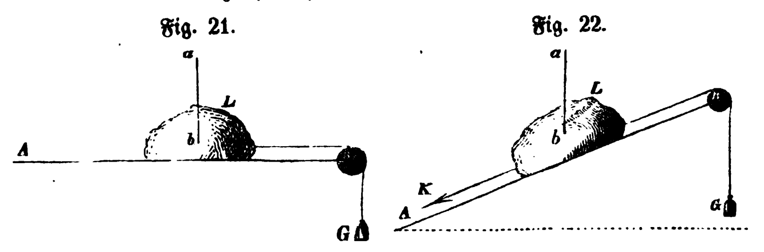


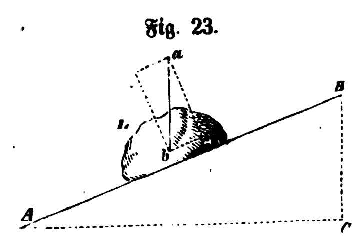
Fig. 21. Fig. 22.

stellt, den AB durch L erleidet. Geben wir jedoch dieser Ebene die geneigte Stellung Fig. 22, so reicht G keineswegs hin, den Körper L in der Richtung AB zu verschieben; derselbe wird vielmehr in der entgegengesetzten Richtung nach A heruntergleiten, gerade so, als ob bei K eine Kraft denselben in paralleler Richtung mit der Ebene herunterzöge. Hieraus folgt, daß die Ebene nicht

mehr das ganze Gewicht des Körpers trägt, daß folglich der Druck, den sie erleidet, nicht mehr durch die Linie *ab*, sondern durch eine kürzere Linie vorgestellt werden muß. Da aber der Körper sich selbst gleich geblieben ist und folglich an Gewicht nichts verloren hat, so sieht man ein, daß gerade derjenige Theil seines Gewichts, der nicht mehr als Druck gegen die Ebene wirkt, als eine Kraft auftritt, die den Körper parallel mit der Ebene hinabtreibt.

Die Kraft *ab*, mit welcher also bei der wagerechten Ebene, Fig. 21, der Körper *L* auf dieselbe drückte, wird bei der schiefen Ebene *AB*, Fig. 23, in zwei Kräfte zerlegt, nämlich in die Kraft *ac*, welche als senkrechter Druck auf *AB* wirkt und in die Kraft *cb*, welche parallel mit *AB* abwärts gerichtet ist.

Fig. 23.



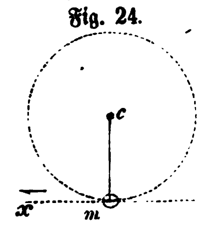
Nennen wir *AB* die Länge und *BC* die Höhe der schiefen Ebene *AB*, so läßt sich nach den Gesetzen der Geometrie aus der Aehnlichkeit der Dreiecke *abc* und *ABC* nachweisen, daß die abwärts treibende Kraft *bc* zum Gewicht *ab* des Körpers *L* sich verhält wie die Höhe *BC* der schiefen Ebene zu ihrer Länge *AB*. Wenn daher die Höhe *BC* der vierte, fünfte oder sechste Theil der Länge *AB* ist, so wird die Kraft *bc* gleich sein dem vierten, fünften, sechsten Theil vom Gewichte des Körpers.

§. 55. Was nun die Anwendung der schiefen Ebene betrifft, so dient sie ganz allgemein, um die Erhebung von Lasten auf eine gewisse Höhe zu erleichtern, also beim Uebergang von Gebirgen, beim Bauwesen u. s. w., und die Erleichterung ist hierbei um so größer, je geringer ihre Höhe im Vergleich zu ihrer Länge, oder wie man gewöhnlich sagt, je geringer ihre **Steigung** ist, die bei Straßen nicht über 5 Proc. und bei Eisenbahnen nicht über $1/8$ Procent betragen soll.

Außerdem findet die schiefe Ebene bei einer Menge unserer Instrumente und Werkzeuge Anwendung. So sind die Schneiden der Messer, Meißel und Aerte aus zwei an einander stoßenden schiefen Ebenen gebildet, wie dies auch bei dem **Keil** der Fall ist.

Die um einen Cylinder **gewundene** schiefe Ebene wird Schraube genannt. Der Bohrer, Korkzieher, die verschiedenen Arten von Schrauben, die Schnecke des Archimedes und die Schraube, welche die in der neuesten Zeit erbaueten Schrauben-Dampfboote in Bewegung setzt, sind sämmtlich Anwendungen derselben. Ihre nähere Betrachtung gehört jedoch der **Mechanik** an.

Fig. 24.



§. 56 Wenn man die an einem Faden gehaltene Kugel *m* in lebhafte Kreisbewegung um den Mittelpunkt *c* versetzt und dann plötzlich den Faden losläßt, so entfernt sich die Kugel von dem Mittelpunkte der Umschwingung. Die Richtung, welche die Kugel nimmt, wird durch eine Linie bezeichnet, die senkrecht ist zur Richtung des Fadens, in dem Augenblick, wo man ihn losläßt. Befin-

det sich z. B. die Kugel beim Loslassen gerade an dem Punkte *m*, so fliegt sie in der Richtung *mx* weiter.

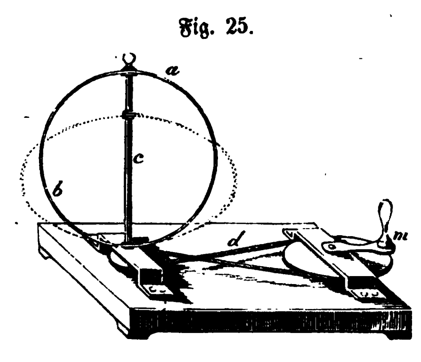
Die Geschwindigkeit der entfliehenden Kugel ist um so größer, je größer die Geschwindigkeit war, mit der sie um den festen Punkt geschwungen wurde.

Kinder bedienen sich häufig dieses Verfahrens, um ihre an einem Stückchen Schnur gehaltenen Bälle hoch in die Luft zu schleudern.

Eine noch allgemeinere Ausdehnung erhält diese Erscheinung, wenn wir überhaupt Körper betrachten, welche rotiren, d. h. die sich um sich selbst drehen. In diesem Falle beschreiben alle Theilchen eines solchen Körpers, die nicht in seiner Umdrehungslinie (Axe) liegen, Kreise um dieselbe und erhalten ein Bestreben, sich von der Axe zu entfernen, welches Fliehkraft oder Centrifugalkraft (auch Schwungkraft) genannt wird. Da bei einer solchen Umdrehung alle Theilchen ihren Weg gleichzeitig um die Axe zurücklegen, so müssen die von derselben entfernteren eine größere Geschwindigkeit, folglich auch ein stärkeres Centrifugalbestreben haben als die der Axe näher liegenden.

Die Erde ist ein solcher Körper, welcher um eine Axe sich dreht, deren Endpunkte die Pole genannt werden. Aus dem Vorhergehenden folgt, daß Theile des Erdkörpers, die am Aequator liegen, eine große Fliehkraft haben müssen, während dieselbe geringer wird für solche Theile, die den Polen näher sich befinden.

Fig. 25.



Die Wirkung der Fliehkraft kann sich nur dann äußern, wenn sie größer ist als der Zusammenhang des rotirenden Körpers, also vorzüglich bei solchen, deren Masse weich ist oder die verschiebbare Theile besitzen. Mit Hülfe der Centrifugalmaschine, Fig. 25, lassen sich eine Reihe schöner Versuche zur Erläuterung des Obigen anstellen und namentlich an einem elastischen Messingreif *ab* die Ursache der Abplattung der Erde nachweisen (vergl. §. 30).

Parallel gerichtete Kräfte.

§. 57. Wir begegnen einer Reihe interessanter und namentlich auch in praktischer Beziehung wichtiger Erscheinungen, indem wir die Erfolge untersuchen, die stattfinden, wenn parallel gerichtete Kräfte auf einen Körper wirken.

Als Kräfte nehmen wir in dem Folgenden Gewichte und lassen dieselben zunächst rechtwinklig auf eine gerade und unbiegsame Linie wirken. Wir bedienen uns hierzu der Vorrichtung Fig. 26, nämlich eines Stabes, der an seinem

Mittelpunkt c aufgehängt ist. Am reinsten wird die Wirkung der Kräfte sich darstellen, wenn von der auf den Stab wirkenden Schwere ganz abgesehen werden kann, und wir erreichen dieses, wenn die Schnur um eine Rolle gelegt und an ihrem Ende das Gewicht a befestigt ist, welches gleich dem des Stabes ist. Wir nennen die wagerechte Lage, welche der Stab jetzt hat, seine Gleichgewichtslage, und den Punkt, an dem er befestigt ist, seinen Drehpunkt.

Fig. 26.

Lassen wir nun in gleicher Entfernung vom Drehpunkt die gleichen Kräfte b und b angreifen, so ziehen sie natürlich den Stab abwärts mit einer Kraft gleich $2b$. Diese Wirkung wird aber vollständig aufgehoben, sobald man auf der anderen Seite der Rolle ein Gewicht gleich $2b$ in entgegengesetzter Richtung angreifen läßt. Weder die wagerechte Lage des Stabes noch sein Ort erleiden die mindeste Veränderung, es findet daher vollkommenes Gleichgewicht der auf ihn wirkenden Kräfte Statt. Dasselbe ist der Fall, wenn wir jetzt die beiden Kräfte b und b an ihrem Mittelpunkte bei c wirken lassen.

Aus diesen Versuchen entnehmen wir die folgenden wichtigen Sätze:

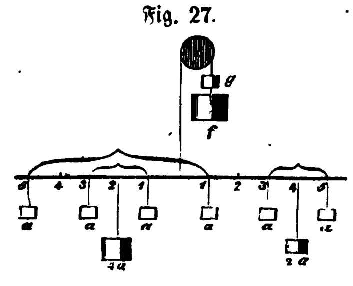
1. Die Wirkung von zwei gleichen Kräften auf eine Linie wird aufgehoben, wenn eine Kraft gleich ihrer Summe am Mittelpunkte in entgegengesetzter Richtung wirkt.

2. Die Wirkung zweier gleicher an einer Linie angreifender Kräfte kann ersetzt werden, wenn man die Summe derselben an ihrem gemeinschaftlichen Mittelpunkte wirken läßt.

3 Zwei gleiche Kräfte, die in gleicher Entfernung vom Drehpunkt angreifen, halten einander das Gleichgewicht.

§. 58. In Fig. 27 haben wir abermals einen durch das Gegengewicht g dem Einfluß der Schwere entzogenen Stab. An verschiedenen Punkten des Stabes wirken in gleichen Entfernungen die sechs gleichen und parallelen Kräfte a, welchen das Gewicht f, das gleich $6a$ ist, das Gleichgewicht hält.

Fig. 27.



Ohne das Gleichgewicht der Vorrichtung im mindesten zu stören, können wir nach §. 57, 2. die Gewichte 3 und 5 der einen Seite hinwegnehmen und dieselben in ihrem Mittelpunkt 4 vereinigen. Ebenso können die Gewichte 1 der einen und 5 der andern Seite, sowie die Gewichte 1 und 3 der einen Seite in ihrem gemeinschaftlichen Mittelpunkt 2 vereinigt werden, so daß an diesem jetzt $4a$ hängen.

Betrachten wir nun Fig. 28 (auf folg. Seite). Die Kräfte, die an dem Stabe wirken, und ihre Entfernungen von dessen Drehpunkt sind ungleich, und dennoch findet Gleichgewicht Statt.

Aber sogleich fällt uns ein besonderer Umstand in die Augen, nämlich die

kleinere Kraft 2*a* wirkt in der Entfernung 4 vom Drehpunkt, während die größere Kraft 4*a* nur in der Entfernung 2 angreift. Die Entfernungen 4 und 2 verhalten sich umgekehrt wie die Kräfte 2*a* und 4*a*.

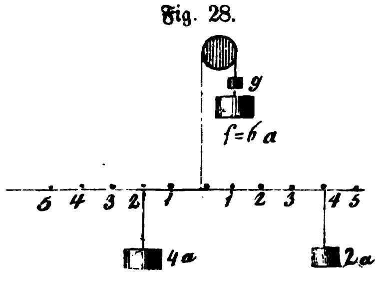


Fig. 28.

Ungleiche Kräfte, die parallel an einer geraden Linie angreifen, halten daher einander im Gleichgewicht, wenn ihre Entfernungen vom Drehpunkt der Linie sich umgekehrt verhalten wie die Kräfte, oder, in anderen Worten ausgedrückt, wenn Kraft und Entfernung der einen Seite, mit einander multiplicirt, gleich sind der Kraft der anderen Seite, multiplicirt durch ihre Entfernung.

In obigem Beispiel ist auch wirklich $2 \times 4 = 8$ und $4 \times 2 = 8$.

§. 59. Leicht läßt sich jetzt begreifen, daß man mit einer sehr kleinen Kraft, die in großer Entfernung vom Drehpunkt angreift, eine sehr große Last bewegen kann, die nahe an demselben sich befindet.

Dies geschieht denn in der That bei Anwendung des **Hebels**, der nichts Anderes ist als ein Stab, der einen festen **Drehpunkt**, auch **Unterstützungspunkt** genannt, hat, während an zwei anderen Punkten Kraft und Last angreifen. Je nach der gegenseitigen Lage dieser Punkte unterscheidet man folgende verschiedene Arten des Hebels:

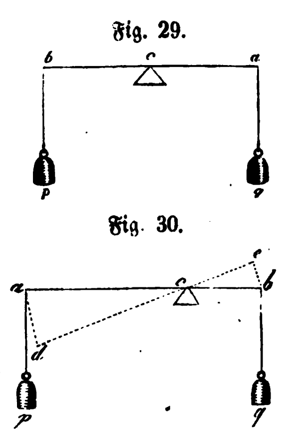


Fig. 29.

Fig. 30.

1. **Der gleicharmige Hebel**, Fig. 29. Sein Drehpunkt liegt in der Mitte bei *c*. Da die Arme *bc* und *ca* gleich sind, so kann hier nicht durch eine kleine Kraft eine größere im Gleichgewicht erhalten werden. Dieser Hebel findet seine Hauptanwendung bei der Wage und Rolle.

2. **Der ungleicharmige Hebel**, Fig. 30, bei welchem der eine Arm *ac* länger ist als der andere, und dessen man sich in außerordentlich vielen Formen bedient, um größere Lasten durch kleinere Kräfte zu bewegen. Eins der bekanntesten Beispiele ist, daß, wenn zwei Knaben von ungleichem Gewichte, auf einem Balken schaukeln wollen, sie denselben so auflegen, daß auf der Seite des **leichteren Knaben** der **längere Theil** des Balkens sich befindet.

Andere Anwendungen findet der ungleicharmige Hebel, als: Hebebaum, Schlagbaum, Brecheisen, Winde, Haspel, Schnellwage mit laufendem Gewicht

(Fig. 31), Brückenwage, Rad an der Welle, Kurbel, Bohrer, Schlüssel, Scheere u. s. w., an welchen allen bei einigem Nachdenken die wesentlichen Punkte leicht aufzufinden sind.

Fig. 31.

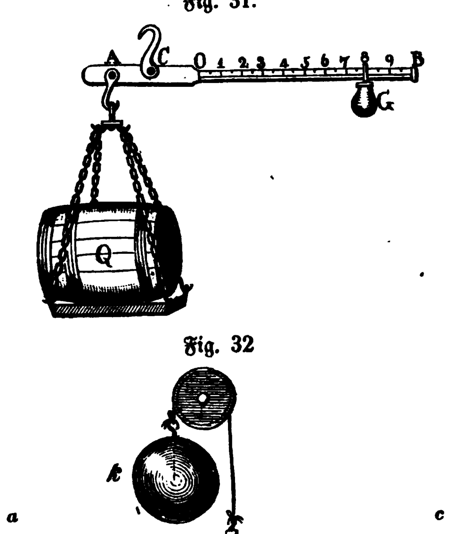
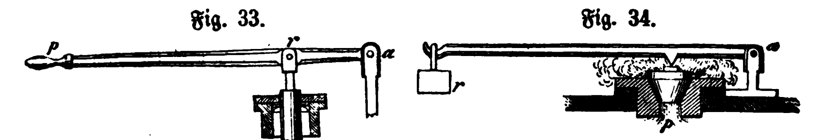


Fig. 32

3. Der **einarmige** Hebel weicht etwas von den seither betrachteten ab, denn bei ihm liegt, wie Fig. 32 zeigt, der Drehpunkt *c* am Ende des Hebels. Die Kräfte *k* und *w* wirken an den ungleichen Armen *bc* und *ac*; jedoch in entgegengesetzter Richtung, denn *k* wirkt **aufwärts**, *w* **abwärts** ziehend. Auch hier findet Gleichgewicht Statt, wenn $k \times bc = w \times ac$ ist.

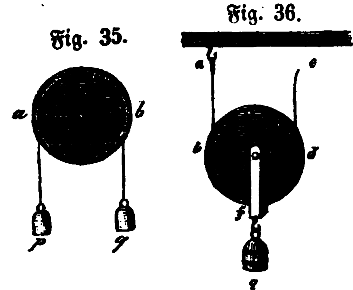
Anwendungen des einarmigen Hebels hat man bei dem Schneidemesser, Nußknacker, bei den meisten Hebelpressen, bei der Druckpumpe, Fig 33, und bei manchen Sicherheitsventilen, Fig. 34, Schiebkarren ꝛc.

Fig. 33. Fig. 34.



§. 60. Bei der **festen** Rolle (Fig. 35) wirken die Kräfte *p* und *q* an den beiden Punkten *a* und *b*, und die Linie *acb* stellt nichts Anderes als einen gleicharmigen Hebel vor, dessen Unterstützungspunkt bei *c* ist. Bei Anwendung der festen Rolle wird daher nichts an Kraft gewonnen, sie dient nur dazu, die Kraft in einer beliebigen, dem Zweck entsprechenden Richtung angreifen zu lassen, wie dies z. B. beim Ziehbrunnen der Fall ist.

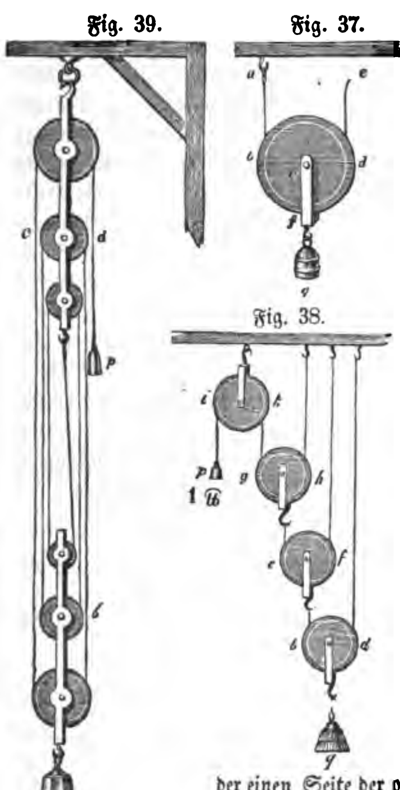
Fig. 35. Fig. 36.



Die **bewegliche** oder **laufende** Rolle (Fig. 36) stellt dagegen einen einarmigen Hebel (vergleiche §. 59) vor, des-

sen Drehpunkt bei *b* liegt, während in der Entfernung 1 die Last *q* abwärts, und in der Entfernung 2 an dem Punkte *d* die Kraft *e* aufwärts zieht. Da die letztere aber in der doppelten Entfernung angreift, so reicht hier die halbe Kraft hin, um der Last *q* das Gleichgewicht zu halten.

Hängen wir in der That an den Haken *f* ein Gewicht von 4 Pfd., so braucht man bei *e* nur mit einer Kraft von 2 Pfund aufwärts zu ziehen, um jenen 4 Pfunden das Gleichgewicht zu halten und der geringste Ueberschuß an Kraft reicht schon hin, um die Last in Bewegung zu setzen.



Verbindet man daher, wie in Fig. 38, mehrere bewegliche Rollen mit einander, so gewähren sie den großen Vortheil, daß mit geringer Kraft eine beträchtliche Last gehoben werden kann. Es sei das Gewicht *q* gleich 8 Pfd., so reicht bei Anwendung von drei beweglichen Rollen 1 Pfd. hin, dasselbe im Gleichgewicht zu halten. Wie aus dem bei Fig. 37 Erläuterten hervorgeht, nimmt die Last für jede folgende Rolle um die Hälfte ab.

Die bequemste Anordnung, um mittels beweglicher Rollen Lasten zu heben, bietet der Flaschenzug (Fig. 39) dar, der aus drei festen und drei beweglichen Rollen besteht. Die Last *q* wird offenbar durch die sechs Seile getragen, welche die oberen und unteren Rollen mit einander verbinden und vertheilt sich daher gleichmäßig auf 6 Seile, so daß ein jedes derselben durch $\frac{1}{6}$ der Last *q* gespannt ist. Wäre z. B. $q = 60$ Pfd., dann würde ein jedes der 6 Seile so stark gespannt sein, als ob es für sich allein 10 Pfd. zu tragen hätte. Wirkt aber auf der einen Seite der obersten Rolle eine Spannung des Seiles *ca* von 10 Pfd., so muß zur Herstellung des Gleichgewichts das Seil *dp* der anderen Seite ebenso stark gespannt werden, was geschieht, indem bei *p* ein Gewicht von 10 Pfd. angebracht wird. Bei dieser Vorrichtung wird also einer Last *q* durch $\frac{1}{6}$ ihres Gewichts, bei *p* wirkend, das Gleichgewicht gehalten.

Man sollte nun glauben, daß durch Anwendung sehr vieler Rollen ungeheure Lasten mit Leichtigkeit zu heben seien. Allein sie bieten alsdann nicht mehr die gewünschten Vortheile, einestheils, weil mit jeder neuen Rolle der Weg, welchen die Last zurücklegt, verkleinert, hingegen die Reibung, welche, wie wir gleich sehen werden, ein beträchtliches Hinderniß der Bewegung ist, vergrößert wird.

Schwerpunkt.

§. 61. Es bestehe der Körper *m* (Fig. 40) aus den drei Theilchen *a*, *b*, *b*. Jedes dieser Theilchen wird in den Richtungen der Pfeile von der Erde angezogen, die, wie man sieht, einander parallel sind. Aus §. 57 wissen wir aber, daß man die Wirkung zweier gleicher und parallel angreifender Kräfte auf eine Linie aufheben kann, wenn man in dem Mittelpunkte derselben eine Kraft in entgegengesetzter Richtung wirken läßt, die jenen zusammen gleich oder größer ist. Wir werden daher den Körper *m* hindern, der Schwere zu folgen, d. h. zu fallen, wenn wir ihn an dem Theilchen *a* entweder unterstützen oder aufhängen.

Fig. 40.

In Verfolgung dieser Betrachtungsweise ergiebt sich, daß wir ebenso bei dem Körper *n* (Fig. 41) die sämmtlichen auf jedes einzelne Theilchen gerichteten parallelen Kräfte durch Unterstützung des Theilchens *a* aufheben können, und nicht allein diese Betrachtung, sondern auch die Erfahrung lehrt überhaupt, daß in jedem Körper, welches auch seine Gestalt sei, ein Punkt sein muß, in welchem man sich die Summe der abwärts ziehenden Kräfte vereinigt denken kann, und welchen man den Schwerpunkt des Körpers nennt.

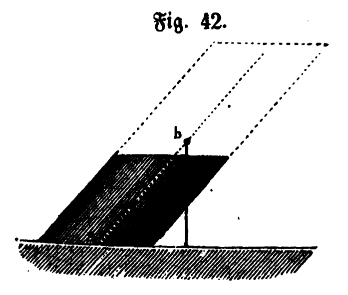
Fig. 41.

Sobald der Schwerpunkt eines Körpers unterstützt ist, kann derselbe nicht fallen, und der Körper befindet sich im Gleichgewicht.

§. 62. Bei regelmäßigen Körpern, wie bei der Kugel, dem Würfel, Cylinder, Prisma u. a., fällt der Schwerpunkt mit dem mathematischen Mittelpunkt zusammen. Bei unregelmäßigen Körpern liegt er immer in der Nähe desjenigen Theils, an welchem die meiste Masse sich befindet. Bei der Pyramide und dem Kegel befindet sich offenbar mehr Masse in dem Theile, der ihrer Grundfläche nahe liegt, als in der Spitze. Bei diesen Körpern liegt der Schwerpunkt in der That in dem vierten Theile ihrer Höhe.

§. 63 Der Schwerpunkt eines Körpers ist unterstützt, so lange noch eine von demselben gefällte senkrechte Linie innerhalb der Grundfläche fällt, mit welcher der Körper den Boden berührt.

Fig. 42.



Ein schiefstehender Stein oder Balken, bei welchem, wie in Fig. 42, die aus dem Schwerpunkt gezogene Senkrechte noch innerhalb der Grundfläche trifft, kann nicht umfallen. Hätte er dagegen die durch Punkte angedeutete Länge, so würde sein Schwerpunkt bei *b* liegen, und er müßte alsdann nothwendig umfallen.

Ein Körper steht um so fester, je größer seine Grundfläche ist und je mehr die

Hauptmasse desselben in deren Nähe liegt. Aus diesem Grunde wählten wohl die Aegypter die Form der Pyramide zu ihren Jahrtausenden trotzenden Riesenbauten.

Thiere und Menschen, deren Theile sich bewegen, ändern dadurch jeden Augenblick die Lage ihres Schwerpunktes. Wer eine Last auf dem Rücken trägt, lehnt sich daher vorwärts, wer sie in der rechten Hand trägt, streckt den linken Arm aus, und unwillkührlich wird Jeder, der nach einer Seite hin zu fallen in Gefahr ist, dies dadurch zu vermeiden suchen, daß er seine Arme nach der entgegengesetzten Richtung ausstreckt.

Reibung.

§. 64. Ein wesentliches Hinderniß der Bewegung ist die Reibung. Sie entsteht daher, daß es keinen Körper giebt, dessen Oberfläche vollkommen eben ist. Betrachtet man die glattesten Körper, z. B. polirten Stahl, unter einem Vergrößerungsglase, so sieht man, daß seine Oberfläche aus lauter Erhöhungen und Vertiefungen besteht.

Wird daher ein Körper über den andern hergeschoben, so müssen die Höckerchen des einen über die des andern gehoben werden, wie dies in Fig. 43 angedeutet ist. Je niedriger diese Erhöhungen sind, also je glatter der Körper ist, desto geringer ist die Reibung. Bei Flüssigkeiten, deren Theilchen leicht verschiebbar sind, ist sie verhältnißmäßig sehr gering. Füllt man die Vertiefungen der Oberflächen mit Flüssigkeiten, z. B. Oel, Fett, oder mit feinen pulverigen Körpern, z. B. Reißblei (Graphit), aus, so wird dadurch die Reibung beträchtlich vermindert. Man bedient sich daher derselben zum Einschmieren der Wagenaxen und anderer Maschinentheile.

Fig. 43.

Die Größe der Reibung ist ferner abhängig von dem Gewicht des zu bewegenden Körpers. Je größer dieses, desto stärker die Reibung. Die Ausdehnung der sich reibenden Oberflächen ist dabei ohne Einfluß, denn um z. B. 100 Pfd. Eisen auf einer Eisenbahn fortzuschieben, ist eine Kraft von 27,7 Pfd. erforderlich, gleichgültig, ob jene Eisenmasse in Form einer Platte oder einer um ihre Axe drehbaren Walze mit den Schienen in Berührung ist.

Mechanik.

§. 65. Die Mechanik ist die Wissenschaft von den Kräften und von der Bewegung. Aufgabe des praktischen Mechanikers ist es, irgend eine verlangte Bewegung mit dem geringsten Aufwand auszuführen. Er löst diese Aufgabe durch die Anwendung geeigneter Vorrichtungen, welche Maschinen genannt werden. Es kann nicht der Zweck dieses Buches sein, das weite Gebiet des

Maschinenwesens zu erschöpfen. Aber angemessen erscheint es doch, der Maschine, die eine Weltmacht geworden ist, die mögliche Aufmerksamkeit zu widmen.

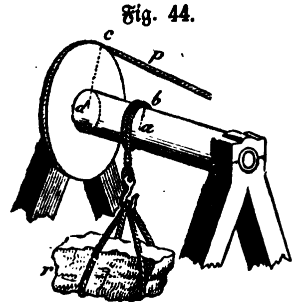
§. 66. Man unterscheidet einfache und zusammengesetzte Maschinen. Die ersteren haben wir im Vorhergehenden größtentheils näher kennen gelernt, es sind solche z. B.: der Hebel, die schiefe Ebene, die Rolle und deren verschiedene Formen, und alle unseren gewöhnlichen Werkzeuge und Geräthe sind solche einfache Maschinen. Ja, es lehrt später die Anatomie, daß die meisten Bewegungen unserer Glieder nach den Gesetzen des Hebels stattfinden.

Aus der Zusammenwirkung mehrerer einfacher Maschinen entstehen die zusammengesetzten, und wie verwickelt und schwierig zu verstehen dieselben auf den ersten Blick auch erscheinen mögen, so lassen sich doch alle auf jene einfachen Maschinen zurückführen.

§. 67. Das Rad an der Welle ist eine einfache ungemein häufig in Anwendung kommende Maschine. Dasselbe besteht aus einer Walze, die Welle genannt wird, und welche an beiden Enden mit Zapfen versehen ist, die bei der wagerechten Welle in einem Lager, bei der senkrechten (z. B. bei einer Winde) in Pfannen ruhen, so daß die Welle um ihre längere Axe gedreht werden kann. Mit der Welle ist ein Rad in der Weise verbunden, daß dessen Mittelpunkt in der Axe der Welle liegt und daß die Welle sich umdrehen muß, sobald das Rad in Umdrehung versetzt wird und umgekehrt.

Der Haspel (Fig. 44) stellt ein Beispiel der Anwendung eines Rades an einer wagrechten Welle dar, und es ist leicht einzusehen, daß hier zwei Kräfte p und r die Welle in entgegengesetzter Richtung umzudrehen sich bestreben, daß jedoch die Kraft p an dem längeren Hebelarm cd und die Last an dem kürzeren ab wirkt. Erstere kann daher in Verhältniß der Halbmesser der Welle und des Rades geringer sein, als die Last r, um dieser das Gleichgewicht zu halten. Das Rad an der Welle wirkt also um so günstiger, je größer sein Durchmesser ist im Vergleich zum Durchmesser seiner Welle. Am Umfang des Rades kann die Kraft auf mannichfaltige Weise wirken, weshalb er bald mit Griffen, bald mit Zähnen, Schaufeln u. s. w. versehen ist, und das gewöhnliche Mühlrad, das Tretrad, die Winde, die Rouleaustange an unseren Fenstern sind Anwendungen desselben.

Fig. 44.



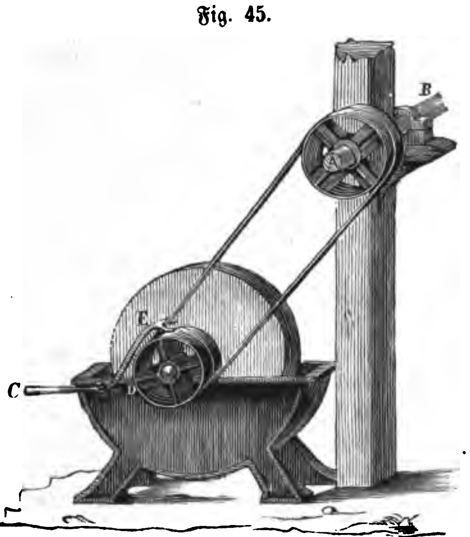
§. 68. Fortleitung der Bewegung, Transmission. Dem Wesen der Maschine entsprechend unterscheidet man an derselben drei Hauptheile, nämlich den ersten, an welchem die bewegende Kraft angreift, den zweiten, an welchem der von ihr zu überwindende Widerstand wirkt und endlich den zwischen beiden liegenden, die Fortleitung der Kraft vermittelnden Theil. Bei den einfachen Maschinen, z. B. beim Brecheisen, bestehen diese verschiedenen Theile meist aus einem einzigen Stück und liegen nicht weit auseinander.

Dagegen ist bei den zusammengesetzten Maschinen nicht selten ein bedeutendes Zwischenwerk nöthig, um die Kraft zur Arbeitsmaschine zu leiten, z. B. vom Wasserrad einer Mühle bis zum laufenden Stein derselben. Zur Leitung der Bewegung dienen vorzüglich die Treibwellen (Transmissionswellen), die Schnur ohne Ende, die Zahnräder und Zahnwerke überhaupt.

§ 69. Treten wir in eine mechanische Spinnerei oder Maschinenwerkstatt, so sehen wir rechts und links vom Gange durch den langen Saal ganze Reihen von Maschinen in voller Thätigkeit, während wir nirgends eine solche sehen, an welcher die bewegende Kraft unmittelbar angreift. Blicken wir jedoch nach der Decke des Zimmers, so finden wir eine durch dessen ganze Länge sich erstreckende Welle in Umdrehung begriffen, welche durch eine Oeffnung der Wand eintritt und öfter auch noch durch die gegenüberstehende Wand in einen folgenden Raum geht, um auch dorthin die Bewegung zu leiten. Mit dieser Treibwelle, auch die Transmissionswelle genannt, sind nun die einzelnen Werkstühle auf geeignete Weise in Verbindung gesetzt. Sie selbst erhält ihre Umdrehung von Außen, entweder durch ein Wasserrad oder durch eine Dampfmaschine.

§. 70. Die Schnur ohne Ende wird angewendet, wenn die Bewegung von einer in Umdrehung befindlichen Welle auf eine andere mit der ersten parallele Welle übertragen werden soll, von der sie sich jedoch in einiger Entfernung befindet, z. B. von der oben beschriebenen Treibwelle auf die Werkstühle. Zu diesem Ende sind an gewissen Stellen der Welle Rollen (auch Trommeln genannt) befestigt, die mit der Welle sich umdrehen und an ihrem Umfange eine Schnur oder einen Riemen aufnehmen, die in sich selbst zurücklaufen und daher ohne Ende sind. Eine solche Schnur geht nun über eine entsprechende Rolle an irgend einem Werk und setzt dasselbe in Bewegung. Figur 45 zeigt uns eine Welle *AB*, die einen Schleifstein in Bewegung setzt. Soll die Arbeit unterbrochen werden, so wird vermittels des Hebels *CDE* der Riemen auf eine dicht daneben befindliche, sogenannte lose Rolle geschoben, die mit der Axe des Schleifsteins nicht fest verbunden, sondern um dieselbe drehbar ist, so daß jetzt nur diese Rolle sich dreht und der Stein in Ruhe bleibt. Eine solche Vorrichtung heißt die Auslösung.

Fig. 45.



Die Schnur ohne Ende ist entweder wie bei Fig. 45 eine offene, oder eine gekreuzte, wie am gewöhnlichen Spinnrade oder an der Centrifugalmaschine Fig. 25. Hinsichtlich ihrer Wirkung ist zu bemerken, daß die eine Hälfte der Schnur, welche die treibende Seite genannt wird, stärker angespannt ist, als die andere, da natürlich keine Umdrehung stattfinden könnte, wenn die Spannung überall gleich wäre.

Wenn zwei Räder *A* und *B*, über welche die Schnur ohne Ende läuft, gleiche Durchmesser haben und es wird *A* in Umdrehung versetzt, so erhält *B* dieselbe Umdrehungsgeschwindigkeit wie *A*. Ist dagegen das in Bewegung gesetzte Rad *A* größer als das zweite *B*, so erhält letzteres eine größere Geschwindigkeit als *A*, und zwar im Verhältniß der Durchmesser der Räder, so daß auf diese Weise sehr große Umdrehungsgeschwindigkeiten hervorgebracht werden können, wie z. B. der Spule am Spinnrad, der Centrifugalmaschine u. a. m.

Denken wir uns ferner zwei durch die Schnur ohne Ende verbundene Räder *A* und *B* und an die Welle des kleineren Rades *A*, dessen Durchmesser $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/n$ vom dem des zweiten Rades *B* sein kann, wirke eine gegebene Kraft vermittels einer Kurbel, so bringt diese Kraft dieselbe Wirkung hervor, als ob sie an einer Kurbel von der 2, 3, 4 oder *n* fachen Länge unmittelbar an der Welle des größeren Rades *B* angreifen würde.

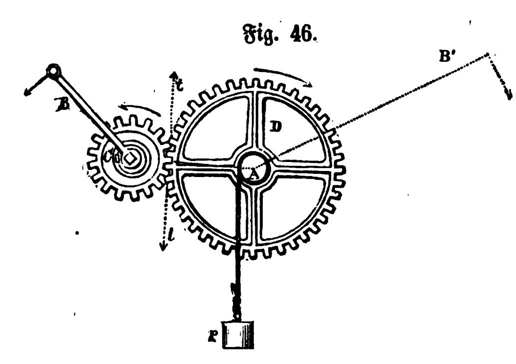
§. 71. Die Zahnräder bilden die in der Mechanik so vielfach verwendeten Räderwerke, indem sie die Bewegung von einer Welle auf eine in der Nähe befindliche zweite übertragen, welche letztere der Richtung der ersten entweder parallel ist oder einen Winkel mit ihr bildet. Am Umfange befinden sich abwechselnd Zähne und Lücken, die genau einander entsprechen und beim Umdrehen so ineinandergreifen, daß nicht ein Rad sich bewegen kann, ohne das andere in entgegengesetzter Richtung umzudrehen.

Im Uebrigen gilt für die Zahnräder das bei der Schnur ohne Ende Gesagte, in so fern als Räder von gleichem Durchmesser die Bewegung unverändert von Welle zu Welle übertragen; ist jedoch das erste Rad größer, so erhält das zweite eine so viel mal größere Umdrehungsgeschwindigkeit, als die Zahl seiner Zähne von der des ersten übertroffen wird. Das zweite Rad kann aber ein drittes und dieses ein viertes u. s. w. von stets abnehmender Größe in Bewegung setzen und es können hierdurch Umdrehungen von beliebiger und nach Umständen von außerordentlich großer Geschwindigkeit erhalten werden.

Ebenso ist zu bemerken, daß wenn an der Welle eines kleinen Rades *C* eine gegebene Kraft *F* an der Kurbel *B* wirkt (s. die folgende Seite Fig. 46), und der Durchmesser des kleineren Rades *C* wie hier ein Drittel, oder $1/4$, $1/5$, $1/n$ von dem des größeren Rades *D* beträgt, so übt die

Kraft *F* dieselbe Wirkung aus, als ob sie unmittelbar an der Welle *A* des größeren Rades *D* an einem 3, 4, 5 oder *n*mal längeren Hebelarm (hier *B'*) angreifen würde. Da solche lange Kurbeln jedoch sehr ungeschickt oder gar nicht zu handhaben sind, so bedient man sich mit Vortheil der Verbindung mehrer Zahnräder, deren kleineres, unmittelbar in Bewegung gesetztes (*C* Fig. 46.) Getrieb oder Trieb genannt wird.

Fig. 46.



Es ist leicht einzusehen, daß alle Erscheinungen im umgekehrten Sinne stattfinden, wenn die Bewegung von einem größeren auf ein kleineres Zahnrad übergeht, und daß durch die Reibung die Wirkung der Räderwerke eine bedeutende Beeinträchtigung erleidet.

§. 72. Die Kegel- oder Kreiselräder übertragen die Bewegung von einer wagerechten Welle (Fig. 47.) auf eine senkrechte oder umgekehrt, und hinsichtlich

Fig. 47.

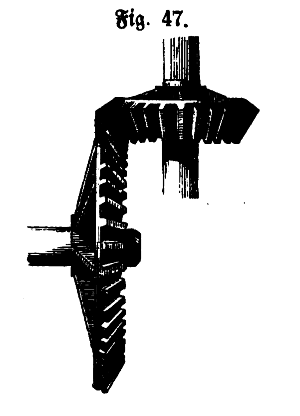
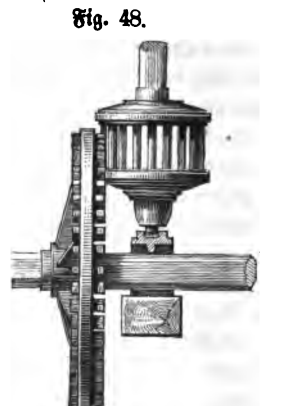


Fig. 48.

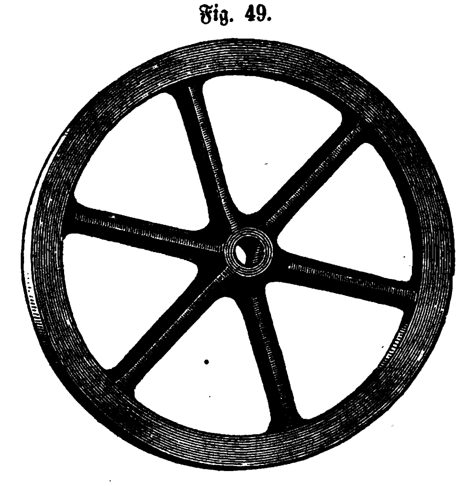


ihrer Wirkung gilt gan das oben hinsichtlich der Zahnräder überhaupt Ausgeführte. Drilling oder Drehling wird die demselben Zweck entsprechende Vorrichtung an der senkrechten Welle (Fig. 48) genannt.

§. 73. Die Störungen, welche eine Maschine sehr leicht in ihrem regelmäßigen Gang erleiden kann, indem die bewegende Kraft nicht stets in gleichmäßiger Weise wirkt, würden die Ausführung der meisten Arbeiten durch Maschinen unmöglich machen, wenn nicht Mittel vorhanden wären, dieselben auszugleichen.

Zu diesem Zwecke bringt man bei größeren Werken an der Bewegungswelle ein großes, schweres Rad von Gußeisen (Fig. 49) an, welches mit derselben sich umdreht und das **Schwungrad** genannt wird. Tritt nun eine plötzliche Steigerung der Kraft ein, so erstreckt sich dieser Kraftüberschuß auch auf das schwere Schwungrad, und seine Wirkung auf den Gang der ganzen Maschine wird hierdurch weniger fühlbar, wenn umgekehrt die bewegende Kraft eine Verminderung, ja selbst eine vorübergehende Unterbrechung erleidet, so wird dadurch der Gang der Maschine nicht verlangsamt oder gar zum Stillstand gebracht, weil nach den Gesetzen der Trägheit (§. 39.) das Schwungrad wenigstens für eine kurze Zeit seine Geschwindigkeit beibehält und vermöge dieser auch die übrigen Maschinentheile so lange darin erhält, bis die bewegende Kraft wieder in gehöriger Weise eingreift. Anwendung findet das Schwungrad bei Walz- und Prägwerken, bei der stehenden Dampfmaschine, bei der Taschenuhr, und der Scheerenschleifer macht sich von der Aufmerksamkeit seines Gehülfen um so unabhängiger, je größer das Rad ist, an welchem er denselben drehen läßt.

Fig. 49.



§. 74. Von den zahllosen, den verschiedensten Zwecken gewidmeten Maschinen halten wir zwei vorzugsweise einer näheren Beschreibung werth, da ihre Aufgabe unseren nothwendigsten Bedürfnissen so nahe liegt, daß einige Bekanntschaft mit ihrer Einrichtung ebenso anziehend als nützlich erscheint. Es sind dieses die **Mühle**, die uns das tägliche Brot liefert, und die **Uhr**, deren kleiner eiserner Finger den gesammten Verkehr der großen Welt regelt und bestimmt.

Die Mühle.

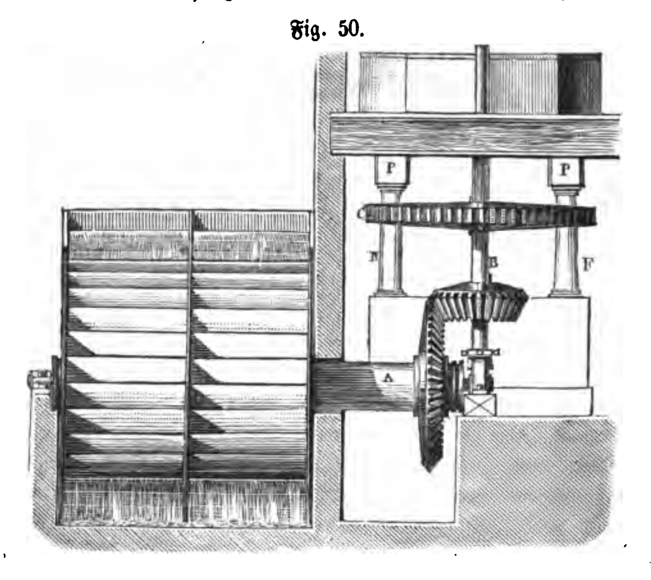
§. 75. Unsere meisten Mühlen werden durch Wasser in Bewegung gesetzt. Entweder stößt dieses, unter dem Mühlrad hinwegfließend, an dessen Schaufeln (**unterschlägiges** Rad), oder das Wasser fließt in der halben Höhe des Rades in die an dessen Umfange befindlichen Kasten (**mittelschlägiges** Rad), oder endlich geht es in einem Kanal über das Rad hinweg, um auf dessen vorderer Seite in ähnliche Kasten herabzufallen (**oberschlägiges** Rad).

Bei dem unterschlägigen Rade wirkt das Wasser durch seine Geschwindig-

keit, während es bei dem mittelschlägigen durch Stoß und Gewicht die Umdrehung hervorbringt, und beim oberschlägigen wirkt größtentheils nur sein Gewicht. Es hängt von der Menge und von dem Falle des verfügbaren Wassers ab, ob die Aufstellung des einen oder des anderen der genannten Räder die vortheilhaftere ist.

Wir haben in Fig. 50 ein oberschlächtiges Rad, welches die Welle *A* umdreht. Diese erstreckt sich in den Mühlbau und überträgt dort vermittels zweier Kreiselräder seine Umdrehung auf die senkrechte Welle *B*. Während hier nur

Fig. 50.

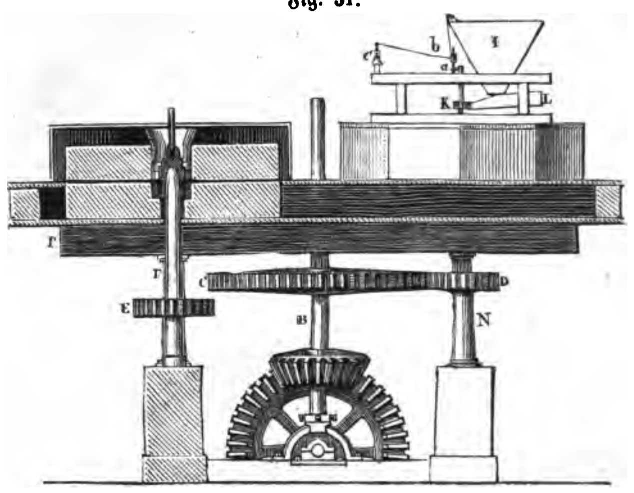


die Verbindung des Mühlwerks mit der Wasserkraft gezeigt wird, dient nun die folgende Abbildung (Fig. 51) zur Darstellung von dessen weiterer Einrichtung.

Das Rad *C* hat die Aufgabe, zwei Mahlgänge in Bewegung zu setzen, deren erster hier im Durchschnitt, der zweite nach seiner äußeren Ansicht abgebildet ist. Zu diesem Ende können an den senkrechten Wellen *F* und *N* die Zahnräder *E* und *D* verschoben und beliebig so gestellt werden, daß sie in das Kammrad *C* eingreifen, in welchem Falle die Mühlen in Thätigkeit kommen. Nach unserer Abbildung ist die Mühle rechts im Gange, die linke dagegen in Ruhe. An letzterer wollen wir die innere Einrichtung verfolgen. Die Welle *F* ruht unten mit einem Zapfen in einer Pfanne, geht oben durch den Boden *P* und den auf demselben ruhenden Mühlstein, welche der **Bodenstein** genannt wird, hindurch. Auf ihrem oberen kegelförmigen Ende trägt diese Welle den zweiten Mühlstein, den **Laufer**, der durch das sogenannte Mühleisen an ihr befestigt ist und daher mit der Welle sich umdreht. Zwischen beiden Mühlsteinen ist nur ein sehr geringer Abstand und es wird sorgfältig darauf geachtet, daß

der Laufer genau in seinem Schwerpunkt ruht, damit dieser Abstand allerwärts derselbe ist. Die in der Mitte des Laufers befindliche Oeffnung ist durch das

Fig. 51.



Mühleisen nicht vollständig verschlossen, indem einige in demselben befindliche Lücken dem Getreide gestatten, zwischen die Steine herunterzufallen, wo sie durch die Umdrehung des Laufers in Kleie und Mehl verwandelt werden. Zu diesem Ende sind in die einander zugewendeten Oberflächen der beiden Steine flach auslaufende Rinnen eingehauen, die beim Umdrehen des Laufers ähnlich wie die Schneiden einer Scheere auf einander wirken. Durch die Centrifugalbewegung wird das Gemahlene nach und nach zwischen den Steinen heraus in einen ringsum verschlossenen Raum geführt und gelangt durch eine Oeffnung in das Beutelwerk. Diese zur Sonderung von Kleie und Mehl bestimmte Vorrichtung ist hier der Vereinfachung wegen nicht dargestellt. Sie wird durch eine Fortsetzung der Welle *B* in Bewegung gesetzt.

Das zu mahlende Getreide wird in einen trichterförmigen Kasten *J* (Rumpf) geschüttet, dessen untere Oeffnung durch ein schief gestelltes Kästchen *L*, Schuh genannt, fast verschlossen ist. An einer Verlängerung der Welle, die den Laufer trägt, befinden sich mehrere Daumen *K*, die beim Umdrehen dem Schuh wiederholt kleine Stöße geben, so daß die Körner allmälig herunterrutschen und in die Oeffnung des Laufers fallen.

Eine Schelle *C* benachrichtigt den Müller, wenn der Rumpf *J* nahezu kein Getreide mehr enthält. Von der Schelle geht nämlich eine Schnur nach dem Pflocke *b* und von diesem über eine Rolle in den Rumpf. An ihrem Ende ist ein großes aber leichtes Stück Holz angebunden, welches vom Müller beim Aufschütten des Korns unter dieses gesteckt wird, so daß der Pflock *b* in einer

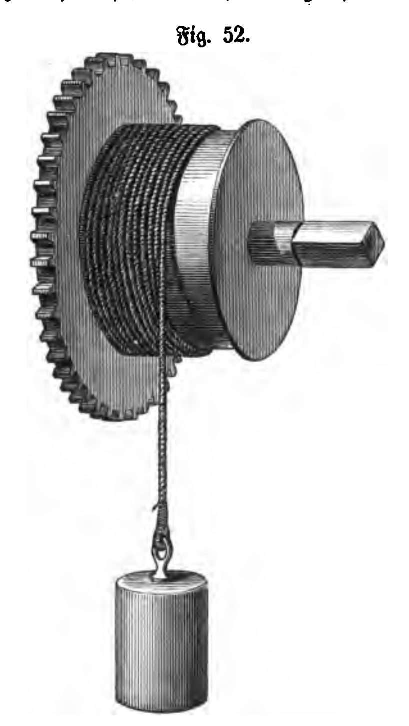
solchen Höhe sich befindet, daß er von den Daumen *a* bei der Umdrehung der Welle nicht erreicht wird. Die Menge des Korns wird jedoch nach und nach so gering, daß sie jenes Holz nicht mehr zu halten vermag, und der Pflock *b* fällt nun so weit herab, daß der Daumen *a* bei jeder Umdrehung durch denselben die Schelle ertönen läßt.

Der Durchmesser eines Mühlsteins beträgt gewöhnlich 4 Fuß. Der Laufer macht ungefähr 70 Umdrehungen in der Minute, und ein Paar Mühlsteine mahlt in 24 Stunden 500 bis 600 Pfund Korn.

Die Uhr.

§. 76. Wenn es gelingt, einem Körper eine vollkommen gleichförmige Bewegung zu ertheilen, so daß derselbe in gleichen Zeittheilen gleiche Räume beschreibt, so kann uns diese Bewegung den wichtigen Dienst eines Zeitmaaßes leisten, und diese Aufgabe ist es, welche wir an eine gute Uhr stellen. Leicht wäre sie zu lösen, wenn uns vollkommen gleichmäßig wirkende Kräfte zu Gebote ständen. Dieses ist jedoch keineswegs der Fall, denn sowohl das fallende **Gewicht** als auch die **Feder**, welche zur Bewegung unserer Uhren als die vortheilhaftesten Bewegungsmittel sich erwiesen haben, üben eine ungleichförmige Wirkung aus.

Fig. 52.



Winden wir (Figur 52) die Schnur, an der ein Gewicht sich befindet, auf die zur Fortleitung der Bewegung mit einem Zahnrad verbundene Walze, so wird diese Vorrichtung durch das abwärts ziehende Gewicht anfänglich in langsame, bald jedoch in immer schnellere Umdrehung versetzt, weil das Gewicht als fallender Körper (§. 26) eine rasch beschleunigte Geschwindigkeit annimmt.

Benutzen wir die aus einem höchst elastischen Stahlstreifen bestehende Feder (Fig. 53), indem ihr äußeres Ende mit einem festen Punkte, ihr inneres mit einer um sich selbst drehbaren Axe verbunden ist. Wird nun die Feder zugedreht, so muß nachher diese Vorrichtung, sich selbst überlassen, vermöge der Elasticität der Feder die Axe nach entgegengesetzter Richtung in Umdrehung versetzen (Fig. 54). Im ersten Augenblicke, wo diese Feder stark gespannt ist, wird diese Umdrehung sehr rasch geschehen, bald jedoch nachlassen und ganz aufhören, wenn die Feder ihre ursprüngliche Form wieder angenommen hat.

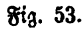


Fig. 53.

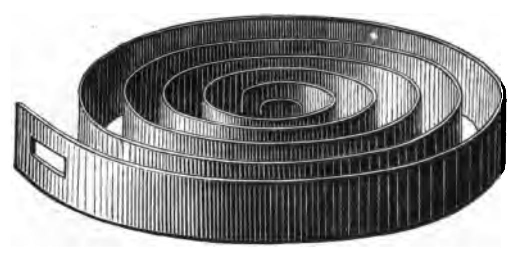
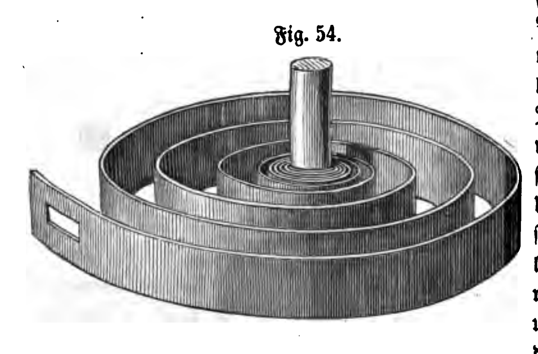


Fig. 54.



Räderwerke, die wir dort durch das Gewicht, hier durch die Feder in Bewegung setzen, würden demnach eine viel zu ungleichförmige Umdrehung erhalten, als daß der durch sie getriebene Zeiger auf einem Zifferblatte Stunde für Stunde gleiche Räume durchschreiten könnte.

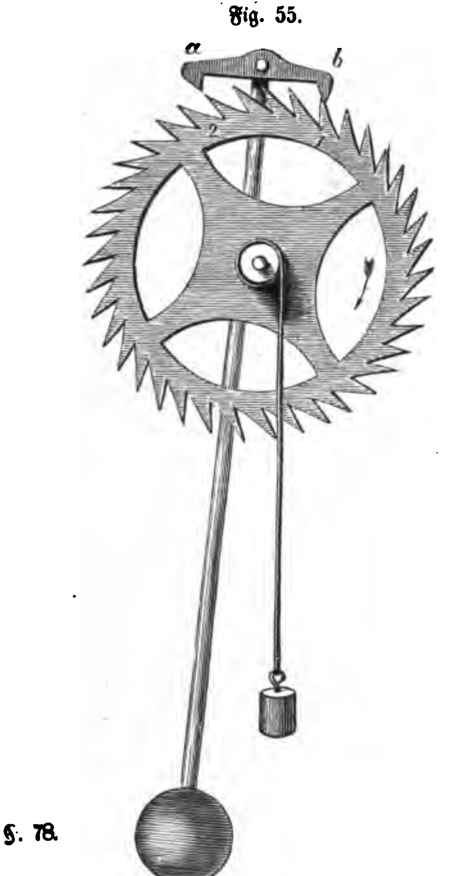
§. 77. Wenn wir jedoch das Abwickeln der Schnur durch ein fallendes Gewicht vermittels eines regelmäßig, in sehr kurzen Zeitabständen eingreifenden Widerstandes unterbrechen, so ist es klar, daß das Gewicht keine beschleunigte Geschwindigkeit erhalten kann, daß folglich die Schnur sich langsam und regelmäßig abwickelt und der Walze, an der sie befestigt ist, so wie einem mit dieser verbundenen Werk eine entsprechende Bewegung verleiht. Wenn ferner eine durch Umdrehung gespannte Feder vermittels ihrer Axe mit einem Räderwerk verbunden ist, das ebenfalls in sehr kurzen Zeitabständen eine vorübergehende Hemmung erhält, so kann diese Feder sich nicht plötzlich aufdrehen, sondern ihre Kraft vertheilt sich auf eine längere Zeit.

Diese Betrachtung führte zu einer entsprechenden Vorrichtung an allen unseren Uhren, welche die Hemmung (Echappement) genannt wird.

Am vollkommensten läßt sich die Hemmung bewerkstelligen, indem das Pendel zu Hülfe genommen wird, von dem wir in §. 27 gesehen haben, daß, in-

nerhalb einer gewissen Größe des Schwingungsbogens, alle Schwingungen desselben eine gleiche Dauer haben.

Fig. 55.



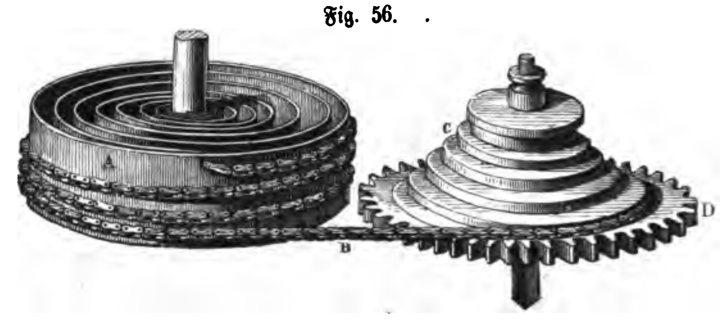
Es sei Fig. 55 ein mit der Axe, an welcher ein Gewicht wirkt, verbundenes Zahnrad und über demselben werde ein Pendel aufgehängt, dessen oberer Theil, Anker genannt, mit den Zähnen *a* und *b* versehen ist, die dazu bestimmt sind, in die Zähne des Rades einzugreifen. Man sieht leicht ein, daß, wenn dieses Pendel in Schwingung versetzt wird, seine Zähne bald rechts, bald links in die des Zahnrades eingreifen und so eine vorübergehende kurze Hemmung desselben bewirken müssen, wodurch die beschleunigte Geschwindigkeit des fallenden Gewichtes in eine gleichförmige verwandelt wird. Wenn der Anker eine wagerechte Stellung hat, so greifen gleichzeitig beide Zähne ein und hindern die Umdrehung des Zahnrades gänzlich, so daß man bekanntlich eine Pendeluhr zum Stehen bringen kann, wenn man das Pendel einige Augenblicke in der senkrechten Lage anhält, und sie wieder in Gang setzt, indem man dem Pendel einen leichten Anstoß giebt.

§. 78. Größere Schwierigkeit bietet die Regulirung der Taschenuhr, an der sich natürlich kein Pendel anbringen läßt. Zunächst suchte man die Wirkung der Feder vermittelst des Schneckenrades *D* (Fig. 56) auszugleichen, eine Einrichtung, welche man am häufigsten bei den sogenannten Spindeluhren findet.

Durch den Uhrschlüssel wird das kegelförmige Rad *D*, dessen oberer Theil schneckenförmige Umgänge *C* hat, in Umdrehung versetzt. Durch eine gegliederte Kette steht dieses Rad in Verbindung mit der Trommel *A* (auch Federhaus genannt), an welcher die Kette aufgewunden und befestigt ist. Inwendig ist an der Trommel das eine Ende der Feder angebracht, deren anderes Ende von einem unbeweglichen Stift festgehalten wird. Wenn man nun beim Aufziehen

der Uhr die Kette von der Trommel auf die Umgänge der Schnecke windet, so macht die Trommel mehre Umdrehungen und spannt dadurch die Feder, die

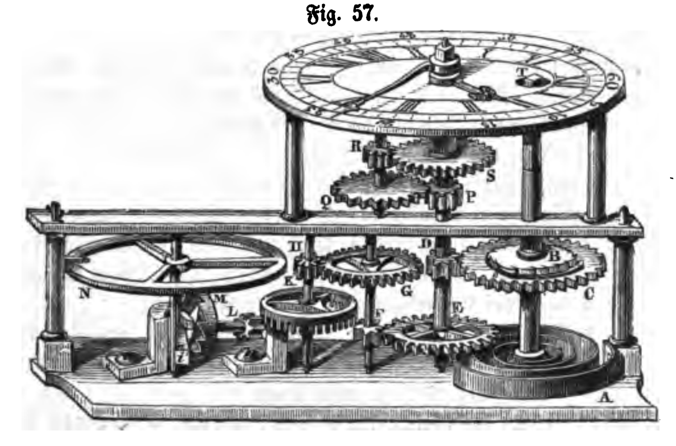
Fig. 56.



nachher, sobald das Werk sich selbst überlassen wird, sich wieder aufdreht und die Trommel *A* nach entgegengesetzter Richtung in Umdrehung versetzt. Bei dieser Umdrehung muß die Trommel jedoch mittels der Kette auch dem Schneckenrade *D* eine Bewegung ertheilen, durch dessen Zähne endlich das übrige Uhrwerk in Gang gebracht wird. Unmittelbar nach dem Aufziehen der Uhr, wenn also die Feder am stärksten gespannt ist, wirkt sie vermittels der Kette am obersten Umgang der Schnecke, welcher den kleinsten Durchmesser hat, und in dem Maaße, als die Feder sich aufdreht, also ihre Spannkraft nachläßt, werden die Umgänge größer, so daß die stets schwächer werdende Kraft an einem stets größer werdenden Hebelarm angreift und somit die Ungleichförmigkeit der Bewegung eine für unsern Zweck sehr werthvolle Ausgleichung erhält.

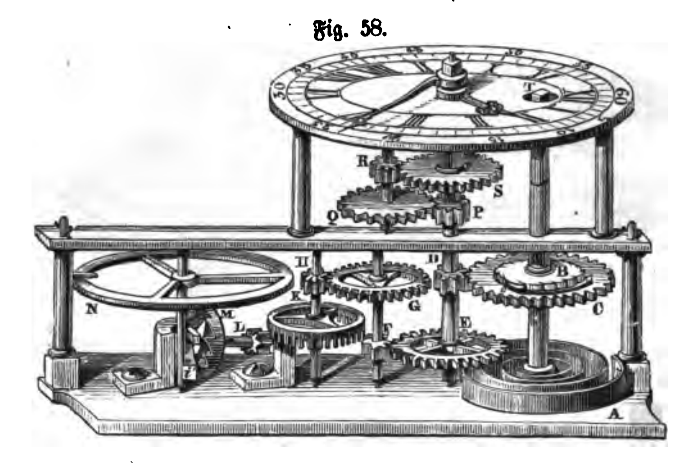
Zur vollständigen Regulirung reicht jedoch die eben beschriebene Vorrichtung nicht aus, ja sie ist bei Uhren, die eine vervollkommnete Hemmung haben, ganz beseitigt worden, wovon das nachfolgend abgebildete Werk ein Beispiel ist (Fig. 57). Wir haben hier das ganze Werk einer Taschenuhr vor uns, an wel-

Fig. 57.



chem jedoch, der Deutlichkeit wegen, sämmtliche rädertragende Axen länger dargestellt sind, als dem wirklichen Verhältniß entspricht. Als vorläufig werde be-

Fig. 58.



merkt, daß die Räder *P*, *Q*, *R*, *S* das Zeigerwerk und die sämmtlichen übrigen das Gangwerk bilden.

Vermittels des Aufziehstiftes *T* wird die Feder *A* gespannt, oder wie man sagt, die Uhr wird aufgezogen, worauf die Elasticität der Feder sowohl die eigene Axe, als auch das an dieser befestigte Zahnrad *C*, welches Bodenrad heißt, nach entgegengesetzter Richtung in Umdrehung versetzt.

Das Bodenrad greift zunächst in den Trieb *D* und setzt durch diesen das Zeigerwerk in Bewegung. Die Spannung der Feder und die Einwirkung der später zu beschreibenden Hemmung muß nun so regulirt sein, daß die Axe des kleinen Rades *P*, Minutenrad genannt, sich einmal während einer Stunde umdreht. Am Ende dieser Axe, über dem Zifferblatte, ist der Minutenzeiger befestigt, der folglich in 12 Stunden ebensoviel Umgänge beschreibt.

Bekanntlich soll aber der Stundenzeiger in derselben Zeit nur einen einzigen Umgang machen. Bemerken wir vorerst, daß die Axe des Stundenzeigers hohl und in Gestalt einer Röhre um die Axe des Minutenzeigers drehbar ist und daß sie an ihrem Ende das Zahnrad *S* trägt. Sehen wir sodann, wie durch die Anwendung mehrerer Zahnräder (vergl. §. 71) die zwölfmalige Umdrehung des Minutenrades *P* in die einmalige des Stundenrades *S* verwandelt wird. Zu diesem Ende hat das Minutenrad 8 Zähne und greift in das Wechselrad *Q*, welches 24 Zähne hat, daher die Axe des letzteren, sammt dem an ihr befestigten Trieb *R* nur drei Umdrehungen in 12 Stunden macht.

Am Triebe *R* zählen wir 8 Zähne, welche in 32 Zähne am Stundenrad *S* eingreifen, das folglich nur einmal sich umdreht, während *R* vier Umdrehungen und das Minutenrad deren zwölf macht.

Verfolgen wir nun das Gangwerk, so wird durch das Mittelrad *E*, den

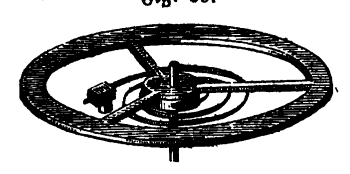
Trieb *F*, das Wechselrad *G*, den Trieb *H* die Bewegung fortgepflanzt und das Kronrad *K* in Umdrehung versetzt, welches durch den Trieb *L* seine Bewegung einer wagerecht liegenden Axe mit dem eigenthümlich gezahnten Steigrad *M* ertheilt. Vor dem Steigrade sehen wir nun eine senkrechte Axe aufgestellt, die Spindel, welche ganz oben ein Schwungrad (vergl. §. 73), Balancier *N* genannt, trägt, während weiter unten zwei Messingplättchen oder Flügel *i i'* angebracht sind, deren gegenseitiger Abstand gleich dem Durchmesser des Steigrades *M* ist und die hinsichtlich ihrer Stellung an der Spindel rechtwinklig zu einander sind. Die letztgenannten Theile bilden nun mit dem Steigrade die Hemmung des Uhrwerks.

Begegnet nämlich ein Zahn am oberen Theile des Steigrades *M* dem oberen Flügel *i*, so erhält dieser einen Stoß rückwärts. Gleich darauf begegnet jedoch der untere Flügel *i'* einem unteren Zahne von *M* und erhält von demselben einen Stoß vorwärts, so daß überhaupt, so lange das Steigrad sich umdreht, die Flügel *i i'* abwechselnd vorwärts und rückwärts gestoßen werden. Man sieht ein, daß die Spindel mit dem Balancier hierdurch in entsprechend abwechselnde Viertelsumdrehungen versetzt werden. So oft jedoch ein Flügel mit einem Zahn des Steigrades zusammentrifft, so empfängt dieses vom Balancier einen Rückstoß, weil dieser beim Zusammentreffen nicht seine ganze Geschwindigkeit verliert, wodurch denn das Steigrad um ein Gewisses zurückgehalten oder gehemmt wird.

Wären die beschriebenen Schwingungen des Balanciers, wie die eines Pendels, von gleicher Dauer, so würden auch die hierdurch entstehenden Hemmungen von gleicher Dauer und folglich der Gang des Uhrwerks ein regelmäßiger sein. Dieses ist jedoch nicht der Fall, weil die Feder selbst die bewegende Kraft ist, welche die Schwingungen des Balanciers ursprünglich veranlaßt und fortwährend unterhält, so daß die Ungleichheiten in der bewegenden Kraft sich bis auf den Balancier fortpflanzen.

Eine wesentliche Ausgleichung erhalten jedoch diese Unregelmäßigkeiten, wenn an dem Balancier noch eine ganz schmale Feder, die Spirale, Fig. 59, angebracht ist. Eine solche Vorrichtung, auch Unruh genannt, läßt sich durch einen leichten Anstoß ganz ähnlich in Schwingungen von nahezu gleicher Dauer versetzen, wie ein Pendel, nur daß sie bei ersterer in einer wagerechten Ebene, bei letzterem in einer senkrechten stattfinden und daß dort die Schwingungen durch die Elasticität der Spirale und hier durch die Schwerkraft unterhalten werden. Auf diese Weise ist es möglich geworden, eine regelmäßige Hemmung im Gange der Taschenuhren zu bewerkstelligen, die seit der Einführung der Spirale die höchste Genauigkeit erreicht haben.

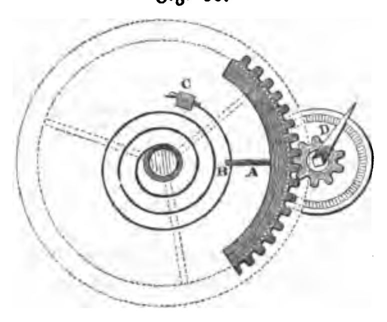
Fig. 59.



Da nach dem eben Gesagten die Uhr durch die Schwingungen des Balanciers geregelt wird, so müssen diese selbst eine ganz bestimmte Dauer ha-

ben. Die Uhr wird vorgehen, wenn diese Schwingungen zu rasch auf einander folgen, und im entgegengesetzten Falle wird sie nachgehen. Es muß daher ein Mittel vorhanden sein, um den Schwingungen des Balanciers genau die erforderliche Dauer zu geben. Es geschieht dieses, indem die Spirale je nach Erforderniß kürzer oder länger gemacht wird, denn es ist begreiflich, daß ihre Spannung durch Verkürzung vergrößert und durch Verlängerung vermindert wird, und in gleichem Verhältnisse die Anzahl der Schwingungen innerhalb einer gewissen Zeit zu- oder abnimmt.

Fig. 60.



Eine solche Vorrichtung ist die Correction, Fig. 60. Die durch den Spiralkloben *C* gehaltene Spirale liegt bei *B* in einem Einschnitte des Armes *A*, der aus einem Stücke mit dem gezahnten Kreisabschnitt gearbeitet ist. Eine Folge hiervon ist, daß erst von dem Punkte *B* an die Elasticität der Spirale wirksam ist. Wird nun der Zeiger *D* nach der einen oder nach der anderen Richtung in Bewegung gesetzt, so erfolgt vermittels des in die Verzahnung eingreifenden Triebs eine entsprechende Verschiebung des Armes *A*, und das nicht wirksame Stück *B C* der Spirale wird verkürzt oder verlängert, also auf diese Weise den Schwingungen die erforderliche Dauer verliehen.

§. 79. Die Cylinderuhren unterscheiden sich von der beschriebenen Spindeluhr dadurch, daß bei letzterer die Hemmung durch das aufrecht stehende Steigrad (*M* Fig. 58) bewirkt wird, während bei den Cylinderuhren die Zähne eines wagerecht liegenden Rades in die hohle und eigenthümlich ausgeschnittene Axe des Balanciers eingreifen, welche Cylinder genannt wird. Diese Einrichtung gewährt den Vortheil, daß die Cylinderuhren sehr flach gebaut werden können, wodurch sie bequemer zum Tragen und schon äußerlich erkennbar sind.

§. 80. In geschichtlicher Beziehung ist zu bemerken, daß Räderuhrwerke im Alterthume nicht vorkommen, und daß hinsichtlich der Zeit und der Person ihrer Erfindung ziemliche Ungewißheit herrscht. Künstliche Räderwerke, namentlich zu astronomischen Zwecken, findet man zuerst in den Klöstern und in diesen mögen auch die ersten Gewichtuhren anzutreffen gewesen sein.

Die Erfindung der Taschenuhr wird gewöhnlich dem Nürnberger Peter Hele 1500 zugeschrieben, und seine Werke wurden nach ihrer Gestalt Nürnberger Eier genannt.

Gewiß ist dagegen, daß die erforderliche Genauigkeit im Gang der Uhren erst durch den ausgezeichneten holländischen Physiker Huygens 1657 erreicht wurde, der zuerst den Gedanken ausführte, das Pendel und die Spirale zur Regulirung der Uhren anzuwenden.

Gleichgewicht der Flüssigkeiten (Hydrostatik).

§. 81. Eine Flüssigkeit befindet sich im Gleichgewicht, wenn alle an der freien Oberfläche derselben liegenden Theilchen gleich weit entfernt sind vom Mittelpunkte der Erde. Es muß demnach die Oberfläche jeder ruhigen Flüssigkeit ein Theil einer Kugelfläche sein. Dieses ist wirklich der Fall, und bei größeren Wassermassen z. B. an der Meeresoberfläche deutlich erkennbar. Kleinere Flächen von Flüssigkeiten erscheinen jedoch in der Gleichgewichtslage als vollkommene Ebenen, sogenannte Spiegel, die rechtwinklig zur Richtung der Schwere sind.

Wird in der That irgend ein Theil der Flüssigkeit in eine höhere Lage gebracht als der andere, so findet in Folge der leichten Verschiebbarkeit der Theilchen so lange Bewegung Statt, bis alle wieder in die Gleichgewichtslage zurückgekehrt sind. Die Bewegung der Flüsse nach dem Meere beruht auf dem Bestreben des auf der Erdoberfläche befindlichen Wassers, sich stets in's Gleichgewicht zu stellen.

Eine Folge der für die Flüssigkeiten bestehenden Gleichgewichtsverhältnisse ist es, daß in Gefäßen, deren einer Theil weiter ist als der andere, oder in verschiedenen Gefäßen, die mit einander in Verbindung stehen, und daher communicirend genannt werden, die Höhe des Spiegels der in denselben enthaltenen Flüssigkeiten von dem Boden derselben überall dieselbe ist. Wir finden dieses bestätigt an den Gießkannen, Theekannen und den Oellampen, wo in der engeren Röhre die Flüssigkeit stets eben so hoch steht als in dem weiteren Theile derselben. Wird eine in der Höhe entspringende Quelle gefaßt und nach der Ebene geleitet, so bildet die Fassung ein durch die Röhrenleitung mit dem Brunnen zusammenhängendes Gefäß, in dessen Theilen das Wasser sich gleich hoch stellt, so daß hieraus die Einrichtung der Springbrunnen sich erklärt.

§. 82. Die Größe des Druckes, welchen die Bodenfläche eines mit Flüssigkeit erfüllten Gefäßes erleidet, ist durchaus nicht von der Menge derselben abhängig, sondern allein von der Höhe der Flüssigkeit und der Grundfläche des Gefäßes. Durch die entschiedensten Versuche ist nachzuweisen, daß, wenn Höhe und Grundfläche verschiedener Gefäße gleich sind, wie dies bei Fig. 61, 62, 63 und 64

Fig. 61.

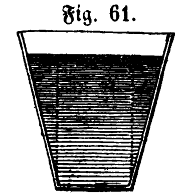


Fig. 62.

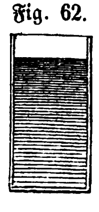


Fig. 63.

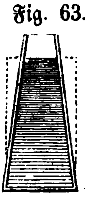
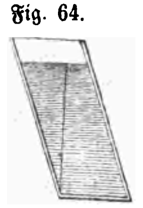
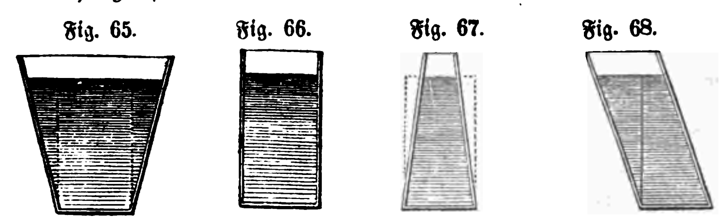


Fig. 64.



der Fall ist, der Druck auf den Boden der Gefäße bei allen vollkommen gleich ist. Die Menge von Flüssigkeit in denselben ist dagegen, wie man sieht, sehr ungleich. Man kann daher mit sehr wenig Flüssigkeit einen sehr starken Druck

ausüben, wenn man sie in eine enge Röhre gießt, die sehr hoch ist und sich unten beträchtlich erweitert. Es ist die Wirkung dann genau so, als ob die Röhre bis oben hin gleich weit wäre.


Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67. Fig. 68.

Wenn 1 Kubikzoll Wasser 1 Loth wiegt, und die Bodenfläche 32 Quadratzoll, die Höhe der Flüssigkeit 1 Zoll beträgt, so erleidet jene einen Druck von 1 × 32 Kubikzoll Wasser, die zusammen 32 Loth oder ein Pfund wiegen.

Ist aber die Höhe der Flüssigkeitssäule 100 Zoll, so ist der Druck gleich 100 × 32 Kubikzoll Wasser oder gleich 100 Pfund. Bei Gefäßen, die Flüssigkeit enthalten, erleidet auch die **Seitenwand** einen Druck, der für gleiche Theile der Wand um so größer wird, je näher diese dem Boden des Gefäßes sich befinden. Daß dieser Druck sogar als bewegende Kraft benutzt werden kann, läßt sich durch geeignete Vorrichtungen, wie das **Segner'sche** Rad und das Kreiselrad (**Turbine**), zeigen.

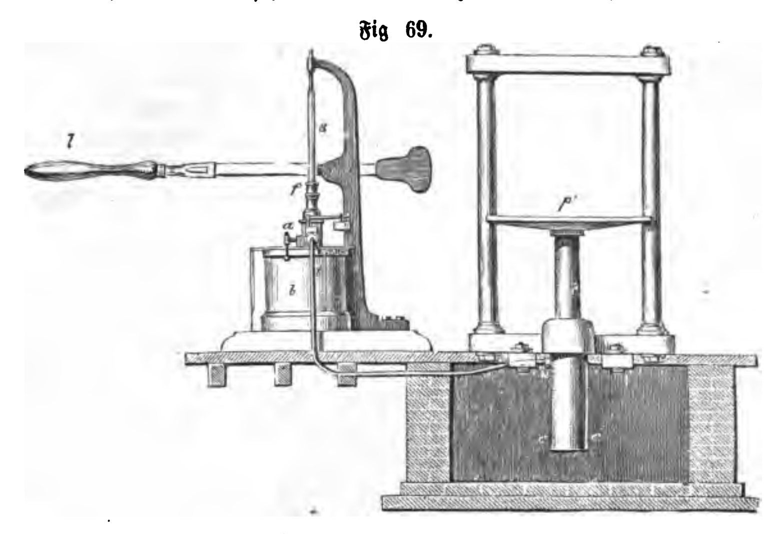
§. 83. **Wenn ein Theil der Oberfläche einer Flüssigkeit einem gewissen Drucke ausgesetzt wird, so pflanzt sich dieser Druck nach allen Richtungen gleichmäßig fort.**

In ein von allen Seiten verschlossenes Gefäß mache ich oben und an der Seite eine Oeffnung, jede von der Größe eines Quadratzolls. Die Seitenöffnung verschließe ich mit einem Pfropf, fülle das Gefäß ganz mit Wasser, und drücke nun mittels eines Stempels durch die obere Oeffnung auf die Flüssigkeit mit einer Kraft gleich 100 Pfund. Jeder Theil der Wände dieses Gefäßes, der 1 Quadratzoll groß ist, hat jetzt einen Druck von 100 Pfund auszuhalten. Beträgt die Oberfläche desselben 60 Quadratzoll, so ist der Gesammtdruck auf die Wände 60 × 100 = 6000 Pfund. Der in die Seitenöffnung gesetzte Pfropf erleidet einen Druck von 100 Pfund. Kann er diesen nicht ertragen, so wird er hinausgetrieben. Wäre die Seitenöffnung gleich 2 Quadratzoll, und durch eine Platte verschlossen, so müßte sie von Außen mit einer Kraft 200 Pfund angedrückt werden, wenn dem innern Druck das Gleichgewicht gehalten werden soll.

§. 84. Die Einrichtung der **hydraulischen Presse** (Fig. 69) ist eine Folgerung aus Obigem. Mittels einer Druckpumpe preßt man durch das Rohr *t* Wasser in den hohlen Cylinder *c c*, welcher durch den verschiebbaren Kolben *p* verschlossen ist. Der Querschnitt von *t* sei 1 Quadratzoll, die Bodenfläche des Kolbens *p* sei 100 Quadratzoll. Drückt man nun auf das in *t* befindliche Wasser mit

einer Kraft von 600 Pfd., so wird der Kolben p mit einer Kraft von 100×600

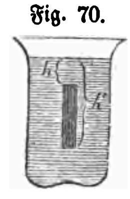
Fig 69.



= 60,000 Pfd. in die Höhe geschoben, und ein zwischen die Platte p' und den Querbalken c gebrachter Gegenstand mit derselben Kraft zusammengepreßt.

Von der in einem Gefäße in vollkommenem Gleichgewicht befindlichen Flüssigkeit denke ich mir ein bestimmtes, etwa in der Mitte derselben befindliches Stück, und unterwerfe dasselbe näherer Betrachtung. Der dunklere Theil h' in Fig. 70 möge ein solches Stück vorstellen. Dasselbe würde gewiß diese Lage nicht einnehmen, wenn es nicht durch den von allen Seiten wirkenden Druck der übrigen Theile der Flüssigkeit darin erhalten würde. Die über demselben befindlichen Theilchen drücken es offenbar nach unten, allein da es nicht sinkt, so müssen die unter ihm befindlichen Theilchen eben so stark nach oben drücken. Ebenso halten die von den Seiten drückenden Theilchen sich im Gleichgewicht. §. 85

Fig. 70.



Dieses Stück h' der Flüssigkeit wird also von der dasselbe umgebenden Flüssigkeit vollständig getragen, sein Bestreben, vermöge der ihm eigenen Schwere tiefer zu sinken, ist durch den Gegendruck gänzlich aufgehoben. Könnten wir dasselbe mittels eines Fadens an den Balken einer Wage hängen, so würde diese dadurch ebenso wenig aus dem Gleichgewicht kommen, als wenn man einen auf dem Tische liegenden und von diesem getragenen Gewichtstein durch einen Faden mit dem Arm der Wage verbände.

Denken wir uns nun an die Stelle des Stückes h' der Flüssigkeit irgend einen andern Körper von gleichem Umfang und gleichem Gewicht, so wird dieser

offenbar von der ihn umgebenden Flüssigkeit genau denselben Druck erleiden, wie das Stück *k'*, und ebenso vollständig getragen werden, wie jenes.

Allein wie verhält es sich, wenn der eingetauchte Körper zwar denselben Umfang hat, aber sein Gewicht größer oder kleiner ist als das des Stückes *k'*?

In jedem Falle ist auch hier der von der Flüssigkeit ausgeübte Druck derselbe. Ist jedoch der Körper leichter, so kann er diesem das Gleichgewicht nicht halten, und er steigt in die Höhe, ist er dagegen schwerer, so kann zwar die Flüssigkeit einen Theil seines Gewichtes tragen, allein doch nicht das Ganze, und er sinkt zu Boden.

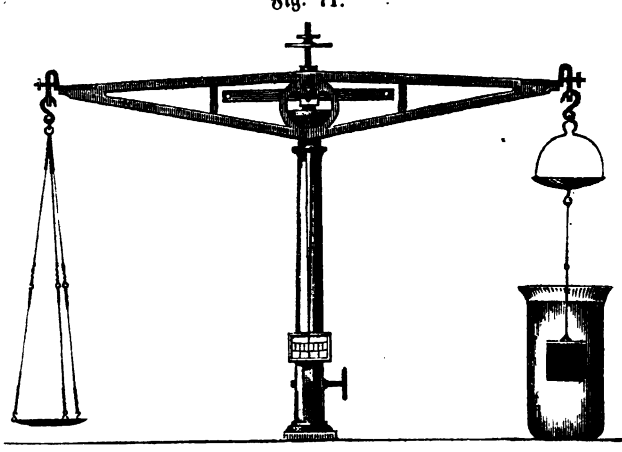
§. 86. Wir bemerken uns daher das sogenannte Princip des **Archimedes**:

Von dem Gewichte eines jeden in eine Flüssigkeit eingetauchten Körpers trägt dieselbe so viel, als die Flüssigkeit wiegt, deren Stelle der Körper einnimmt.

Einige sehr gewöhnliche Beispiele dienen zum Beweise des Gesagten. Mit Leichtigkeit wird man einen mit Wasser gefüllten Eimer heben und hin und her bewegen, so lange derselbe in Wasser eingetaucht ist, weil dieses sein ganzes Gewicht trägt. Außerhalb desselben bedarf es dagegen hierzu eines Kraftaufwandes, der dem vollen Gewichte der Last angemessen ist. Ebenso kann man einen im Wasser befindlichen Menschen mit einem Finger heben und bewegen.

§. 87. Ein gr. heff. Kubikzoll Wasser wiegt ein Loth. Irgend ein Körper, z. B. ein Stück Blei, wird zuerst, wie gewöhnlich, in freier Luft gewogen und 22 Loth schwer gefunden; man wiegt es nun, wie Fig. 71, in Wasser eingetaucht und findet, daß dieses 2 Loth von dessen Gewicht trägt. Wir erfahren aus diesem Versuche, daß 22 Loth Blei denselben Raum einnehmen, wie 2 Loth Wasser (nämlich 2 Kubikzoll), oder was dasselbe ist, daß 11 Loth Blei denselben Raum ein-

Fig. 71.



nehmen, wie 1 Loth Wasser. Wir schließen daraus, daß das Blei elfmal so dicht ist als das Wasser.

Dieses Verfahren wird daher gewöhnlich angewendet, um die Dichte oder das specifische Gewicht des Körpers zu bestimmen.

§. 88. Es ist leicht einzusehen, daß eine Flüssigkeit um so mehr von dem Gewichte eines in dieselbe eingetauchten Körpers trägt, je dichter die Flüssigkeit selbst ist.

Fig. 72.

Nach der Tafel §. 34 verhält sich die Dichte vom Weingeist, Wasser und Schwefelsäure wie die Zahlen 0,79 : 1 : 1,85.

Wenn ich nun eine Glasröhre etwa von der Gestalt wie Fig. 72 nehme, in deren unterem Theile etwas Quecksilber oder Schrotkörner sich befinden, damit sie beim Eintauchen eine senkrechte Stellung annimmt, so wird dieses Instrument nicht in jeder der genannten drei Flüssigkeiten gleich tief einsinken. Bringt man dasselbe in Wasser, und es sinkt bis zu dem Punkte *a* ein, so wird es in Weingeist tiefer einsinken, da dessen Dichte geringer ist, während es in Schwefelsäure, die dichter als Wasser ist, beträchtlich weniger tief einsinkt.

Solche Instrumente, die man Aräometer nennt, sind daher vorzüglich dazu geeignet, die Dichte verschiedener Flüssigkeiten zu vergleichen, und sie werden auch in der That unter dem Namen der Weingeist- oder Branntweinwage, der Mostwage, der Laugen-, Salz- oder Säurewage häufig gebraucht. Zu bemerken ist, daß an der Scala der Aräometer häufig nicht die specifischen Gewichte, sondern Procentgehalte oder Grade der betreffenden Flüssigkeiten angegeben sind.

Gleichgewicht der Gase.

§. 89. Wir haben in §. 8 und 17 die Eigenschaften nachgewiesen, welche die luftförmigen Körper oder Gase so auffallend von den flüssigen und festen Körpern unterscheiden.

Bei näherer Betrachtung derselben werden wir in der Regel die Luft, die uns umgiebt, als Beispiel nehmen, da Alles, was in Beziehung auf allgemeine Eigenschaften an derselben sich darstellt, auch für die anderen Gasarten gültig ist.

Die Theilchen der Luft sind durch die Wärme in einer solchen Entfernung gehalten, daß ihre gegenseitige Anziehung gänzlich aufgehoben erscheint. Denken wir uns daher in einem bestimmten Raume, Fig. 73, die vier Theilchen *a*, so haben diese keineswegs das Bestreben, sich in der Richtung der Pfeile einander zu nähern, bis sie sich berühren. Dieselben zeigen vielmehr das Bestreben, sich immer weiter von einander zu entfernen, wie die Pfeile bei Fig. 74 andeuten.

Fig. 73. Fig. 74.

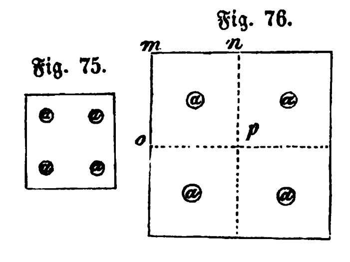
Man bestimmt daher die Gase als Körper, deren Theilchen das Bestreben haben, sich immer weiter von einander zu entfernen, und schreibt dieses einer eigenthümlichen, zwischen ihren Theilchen wirkenden Abstoßungskraft (Repulsion) zu.

§. 90 Sehen wir jetzt, welche Folgerungen aus dieser Eigenschaft der luftförmigen Körper sich ergeben. Nehmen wir wieder denselben Raum der Luft, der diesmal

jedoch in ein Gefäß eingeschlossen sein soll (Fig. 75). Offenbar haben auch jetzt die Theilchen *a* das Bestreben, sich von einander zu entfernen, und üben daher auf die Wände des Gefäßes einen **Druck** aus.

Man bezeichnet dieses Ausdehnungsvermögen der Gase mit dem Namen der **Spannkraft** oder **Elasticität** oder **Tension**.

Fig. 75. Fig. 76.



Stellen wir uns nun vor, jenes Gefäß lasse sich durch Verschiebung seiner Wände auf das Vierfache des Raumes (Fig. 76) ausdehnen, so werden natürlich die Theilchen *a* sich in weitere Entfernung von einander begeben. Während in dem Gefäße Fig. 75 die Wände einen Druck durch 4 *a* auszuhalten haben, beträgt derselbe auf einen gleich großen Theil *mnop* des Gefäßes (Fig. 76) nur 1 *a* oder den vierten Theil.

Stellen wir den umgekehrten Versuch an, indem die Luft in Fig. 77 so stark zusammengepreßt wird, daß die Theilchen *a* jetzt nur noch den vierten Theil (Fig. 78) ihres ursprünglichen Raumes einnehmen. Offenbar haben jetzt die Wände von Fig. 78 einen Druck gleich 4 *a* auszuhalten, während der gleich große Theil *mnop* von Figur 77 nur dem Druck eines einzigen Theilchens *a* ausgesetzt ist.

Fig. 77. Fig. 78.

§. 91. Wir hatten also in dem vorhergehenden Beispiele ein und dieselbe Luftmenge in verschiedenen Zuständen der Ausdehnung und Spannkraft. Auf's klarste sahen wir mit der wachsenden Ausdehnung derselben Luftmenge ihre Spannkraft abnehmen, während sie auf einen kleineren Raum zusammengepreßt an Spannkraft gewinnt.

Dieses Verhalten findet in einer bestimmten gesetzmäßigen Weise Statt, welche sich so ausdrücken läßt:

Die Spannkraft eines Gases verhält sich umgekehrt, wie der Raum, den es einnimmt.

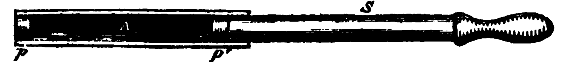
Für eine und dieselbe Menge Luft ist daher:

bei einem Raume von	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	...	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{n}$
die Spannkraft gleich	1	2	3	4	5	6	...	100	n.

§. 92. Pressen wir folglich Luft in einer geeigneten Vorrichtung auf einen kleinen Raum zusammen, so wird ihre Spannkraft dadurch so gesteigert, daß sie zu sehr gewaltigen Wirkungen verwendet werden kann, wie wir an der **Windbüchse** sehen.

Ein näher liegendes Beispiel ist die **Hollunderbüchse**, ein bekanntes Spielzeug der Knaben (Fig. 79). Der Raum *A* ist durch die beiden Pfröpfe

Fig. 79.



pp' verschlossen. Indem nun durch den Stempel *S* der eine Pfropf p' fortgeschoben wird, preßt man die in dem Raume *A* befindliche Luft zusammen, bis ihre Spannkraft endlich so stark wird, daß sie den vorderen Pfropf mit großer Gewalt und starkem Knall hinausschleudert. Der Pfropf p' stellt in der That eine verschiebbare Wand des Gefäßes *A* vor.

§. 93. Wegen des Bestrebens ihrer Theilchen, sich stets weiter von einander zu entfernen, würde die Luft sich in den unendlichen Weltraum zerstreuen, wenn nicht die Anziehung der Erde entgegenwirkte. Die Erde ist daher von der Luft gleichsam wie mit einer Hülle umgeben, welche man die **Atmosphäre** nennt, und deren Höhe ungefähr 7 bis 9 Meilen beträgt.

Eine weitere Folge der Anziehung ist, daß die Luft auf jede Unterlage einen Druck ausübt. Diesen Druck können wir messen, oder mit anderen Worten, das Gewicht der Luft kann bestimmt werden.

Man nimmt hierzu eine große, hohle Glaskugel, und wiegt sie, mit Luft angefüllt, höchst genau. Man entfernt alsdann die Luft durch die Luftpumpe aus der Kugel und wiegt letztere abermals. Das, was die Kugel jetzt weniger wiegt, ist das Gewicht der darin enthalten gewesenen Luft.

Auf diese Weise hat man gefunden, daß die Dichte der Luft 770mal geringer ist, als die des Wassers. Gesetzt, in jener Kugel wäre genau 1 Loth Luft enthalten gewesen, so würde sie, mit Wasser angefüllt, genau 770 Loth desselben aufnehmen. Folglich wiegen 770 Kubikzoll Luft so viel als 1 Kubikzoll Wasser.

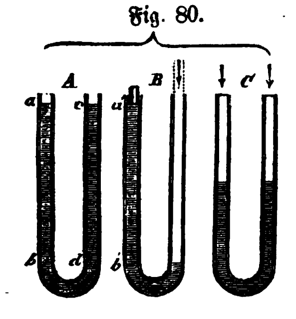
§. 94. Außer der Luft unserer Atmosphäre kennt man noch mehrere Gase, welche jedoch nicht dieselbe Dichte besitzen als jene. So z. B. ist das **Wasserstoffgas** 14mal weniger dicht; das **Chlorgas** dagegen ist $2^1/_2$mal, und das kohlensaure Gas $1^1/_2$mal dichter als die Luft.

Die Anwendung der weniger dichten Gase zur **Luftschiffahrt** wird später näher beschrieben werden.

§. 95. Aber auch ohne die Luft mit einer Wage zu wiegen, läßt sich der von ihr ausgeübte Druck nachweisen und bestimmen.

In der zweischenkligen Glasröhre *A*, Fig. 80, befindet sich Quecksilber.

Fig. 80.



Nach §. 81 stehen die Oberflächen desselben in beiden Schenkeln gleich hoch, woraus hervorgeht, daß die Quecksilbersäule *ab* der Säule *cd* vollkommen das Gleichgewicht hält.

Die Oeffnung *a* wird jetzt mit einem Kork luftdicht verschlossen und durch geeignetes Neigen und Schütteln die Hälfte des Quecksilbers aus der Glasröhre entfernt. Auffallenderweise stellt sich das Metall jetzt in beiden Schenkeln nicht gleich hoch, sondern dasselbe bleibt in dem einen Schenkel, wie Fig. 80 *B* zeigt, stehen. Was hält nun dieser Quecksilbersäule $a'b'$ das Gleich-

gewicht? Nichts anderes, als die in dem anderen Schenkel drückende Luftsäule, die wir uns außerhalb der Glasröhre bis zur Gränze der Atmosphäre fortgesetzt denken müssen.

Entfernt man den Kork an der Oeffnung *a'*, so fällt augenblicklich das Quecksilber, und stellt sich, wie Fig. 80 *C*, in beiden Schenkeln gleich hoch. Warum? Weil jetzt die Luft gleich stark auf beide Oeffnungen drückt und sich daher im Gleichgewicht erhält. (Vergl. §. 49.)

§. 96. Dieser Versuch wird jedoch etwas anders ausfallen, wenn wir hierzu eine Glasröhre von beträchtlicher Länge nehmen, so daß jeder Schenkel etwa die Höhe von 36 Zoll hat. Verfährt man nun, wie oben, so wird man finden, daß in dem verschlossenen Schenkel das Quecksilber nicht mehr vollständig stehen bleibt, sondern wie bei Fig. 81 bis zu einem gewissen Punkte *c* herunterfällt. Mißt man die Höhe der stehend bleibenden Quecksilbersäule von *b* bis *c*, so beträgt dieselbe 28 Pariser Zoll oder 760 Millimeter.

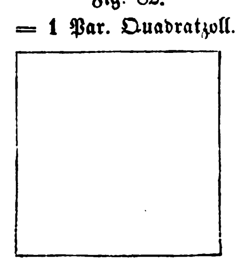
Fig. 81.

§. 97. Hieraus ersehen wir auf's Klarste, daß die Luft nicht eine jede Quecksilbersäule von beliebiger Höhe im Gleichgewicht erhalten kann.

Gesetzt nun, der Querschnitt unserer Röhre betrage einen Pariser Quadratzoll, so haben wir folgende drückende Kräfte, die sich im Gleichgewichte halten: Auf der einen Seite eine Quecksilbersäule, die einen Quadratzoll weit und 28 Zoll hoch ist, also aus 28 Kubikzoll Quecksilber besteht, — auf der anderen Seite eine Luftsäule, ebenfalls von der Weite eines Quadratzolls, aber von der Höhe der Atmosphäre.

Eine solche Quecksilbersäule wiegt aber 7439 Gramm oder 14⅘ Pfund (s. §. 33); folglich wiegt eine Luftsäule, deren Querschnitt ein Quadratzoll und deren Höhe die der Atmosphäre ist, ebenfalls 14⅘ Pfund. Da nun die Luft unsere Erde und jeden auf derselben befindlichen Körper umgiebt, und der Luftdruck ebenso wie der des Wassers (§. 83) sich nach allen Seiten hin fortpflanzt, so hat ein jeder pariser Quadratzoll (Fig. 82) der Oberfläche eines in der Luft befindlichen Körpers fortwährend einen Druck von 14⅘ Pfund auszuhalten.

Fig. 82.
= 1 Par. Quadratzoll.



Beträgt z. B. die Oberfläche einer Tischplatte 1 Quadratmeter = 1378 Quadratzoll, so hat diese Platte einen Luftdruck von $1378 \times 14{,}8 = 20392$ Pfund auszuhalten.

Die Oberfläche des Körpers eines erwachsenen Menschen beträgt ungefähr ein Quadratmeter. Folglich beträgt der Luftdruck, den der menschliche Körper jederzeit auszuhalten hat, das ungeheure Gewicht von 20,000 Pfund.

Wir empfinden jedoch diesen Druck nicht, da er, von allen Seiten wirkend, sich gegenseitig im Gleichgewicht erhält und so aufhebt Könnten wir plötzlich

auf der einen Seite eines Menschen den Luftdruck gänzlich hinwegnehmen, so würde derselbe von der andern Seite einen Stoß von 10,000 Pfunden erleiden, einen Druck, welchem zu widerstehen keines Menschen Kraft ausreicht.

§. 98. Das einfachste Instrument zur Messung des Luftdrucks ist das Barometer (Fig. 83). Dasselbe besteht aus einer, mehrere Linien weiten und etwa 36 bis 40 Zoll langen Glasröhre, die an einem Ende zugeschmolzen ist. Sie wird mit Quecksilber ganz angefüllt, die Oeffnung mit einem Finger verschlossen, und dann, nachdem sie wie Fig. 83 unter Quecksilber getaucht ist, wieder geöffnet. Das Quecksilber in der Röhre fällt bis zu einem gewissen Punkt *s* herunter, der 28 Zoll oder 76 Centimeter über dem Spiegel des Quecksilbers *a b* in dem Gefäße liegt. Man nennt diese Entfernung die Barometerhöhe. Offenbar wird auch hier der Quecksilbersäule durch den auf die Oberfläche *ab* wirkenden Luftdruck das Gleichgewicht gehalten.

Fig. 83.

Es entsteht jedoch die Frage, was befindet sich über dem Quecksilber der Barometerröhre? Nichts anderes, als ein vollkommen leerer Raum, welchen man nach dem Entdecker dieses Versuches Toricelli's Leere nennt.

Zu einem guten Barometer dürfen nicht allzu enge, sondern wenigstens 3 bis 4 Linien weite Glasröhren genommen werden, Glas und Quecksilber müssen von vorzüglicher Reinheit sein, und der leere Raum desselben darf durchaus keine Luft enthalten, weil diese ja sonst vermöge ihrer Spannkraft einen Theil des Druckes der Atmosphäre aufheben würde. Um die Luft vollständig zu entfernen, wird das Quecksilber beim Füllen in der Röhre eine Zeitlang erhitzt oder gekocht.

§. 99. Die Beobachtung zeigt, daß das Quecksilber in einem und demselben Barometer nicht zu allen Zeiten und an allen Orten gleich hoch steht, woraus folgt, daß der Druck der Atmosphäre nicht immer und allerwärts derselbe ist.

Man nennt diese Veränderungen des Barometerstandes das Steigen und Fallen desselben.

Wenn z. B. ein Barometer am Ufer des Meeres 28 Zoll zeigte, und wir erheben uns mit demselben auf einen Berg, so wird es nun nicht mehr so hoch stehen. Es wird um so mehr fallen, je höher der Ort ist, an dem wir es beobachten.

Die Ursache davon ist leicht einzusehen. Von der Spitze des Berges ist die Entfernung bis zur Gränze der Atmosphäre offenbar geringer, als von dem tiefer liegenden Meeresufer. Die Luftsäule, die in einer gewissen Höhe auf das Barometer drückt, ist daher um so viel kürzer, als eben diese Höhe beträgt, und deshalb ist auch ihr Druck geringer.

Das Barometer ist hierdurch ein Instrument von großer Wichtigkeit zur Bestimmung von Höhen, und indem man ihm eine zum Reisen geeignete Ein-

richtung gegeben hat, ist es den Naturforschern bereits auf die höchsten Spitzen der Alpen sowohl, als auch der Cordilleren und Anden gefolgt.

§. 100. Außer der Höhe eines Ortes wirken jedoch auf den Stand des Barometers noch andere Ursachen, die oft plötzliche Veränderungen desselben hervorrufen. Heftige Stürme, Erdbeben und Gewitter, welche von großen Störungen im Gleichgewicht der Atmosphäre begleitet sind, werden in der Regel durch ein starkes Fallen des Barometers angekündigt.

Ist in der Atmosphäre viel Wasser in Dampfform enthalten, was bei heiterem und warmem Wetter der Fall ist, so wird der Druck der Luft noch vermehrt durch die Spannkraft des Wasserdampfes, weshalb das Barometer während dieser Zeit sehr hoch steht.

Wenn aber durch Abkühlung der Luft diese Dämpfe ihre Spannkraft verlieren, so wird der Luftdruck dadurch verringert, und das Barometer fällt. Die niedergeschlagenen Dämpfe erscheinen alsbald in Form von Wolken und Regen.

Da nun das Barometer solche Veränderungen schon viel früher erkennen läßt, als Wolken und Regen erscheinen, so ist es in der That ein wahrer Wetterprophet, und als solcher in vielen Häusern anzutreffen.

§. 101. Die Atmosphäre ist nicht in jeder Höhe gleich dicht. In der Nähe der Erdoberfläche ist sie am dichtesten, weil hier die unteren Luftschichten den Druck der oberen auszuhalten haben.

Auf sehr hohen Bergen bemerkt man die Abnahme der Dichte der Luft schon beträchtlich. Bringt man eine Flasche, die mit Luft gefüllt und mit einem Kork fest verschlossen ist, in eine außerordentliche Höhe, so wird der Kork herausgetrieben. Das Herz treibt das Blut mit einer gewissen Kraft in die höchst feinen und zarten Adern der äußeren Theile unseres Körpers, die jedoch bei gewöhnlichem Luftdruck jene Kraft recht gut aushalten. In Höhen von 24,000 bis 26,000 Fuß jedoch, wo der Luftdruck auf die Oberfläche des Körpers sehr verringert ist, zerspringen jene zarten Blutgefäße, und das Blut dringt aus denselben. Auch zum Athmen ist dort die Luft nicht mehr hinreichend dicht.

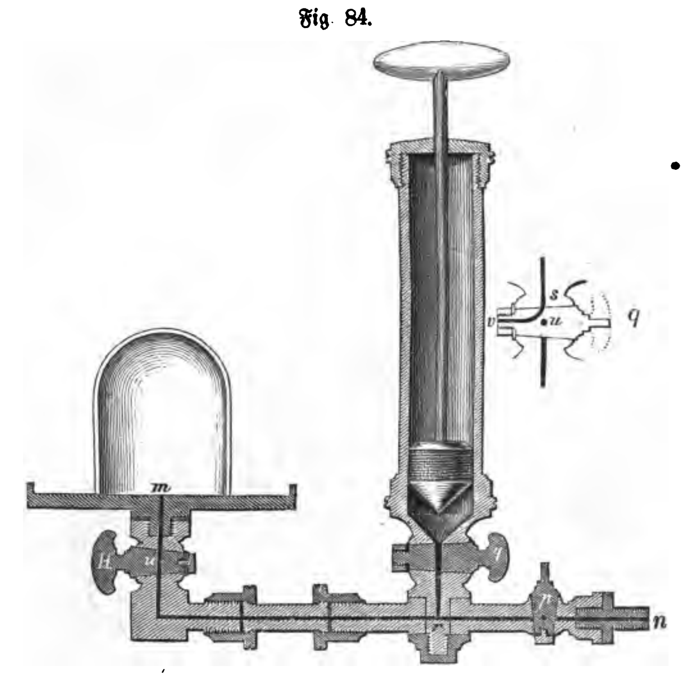
§. 102. Die Spannkraft oder das Ausdehnungsvermögen der Luft bietet uns ein Mittel, in abgeschlossenen Räumen die Luft so außerordentlich zu verdünnen, daß man sie beinahe als luftleer ansehen kann. Die Vorrichtungen hierzu heißen **Luftpumpen**.

Betrachten wir die Einrichtung einer solchen (Fig. 84). In einem hohlen, inwendig sehr glatten Cylinder, dem **Stiefel**, läßt sich ein luftdicht anschließender Kolben auf- und niederbewegen. Das eine Ende dieses Cylinders kann ganz offen sein, das andere Ende steht nur durch eine sehr enge, mittels eines Hahns verschließbare Oeffnung in Verbindung mit außen.

Der Hahn q ist doppelt durchbohrt. Die eine Durchbohrung u leitet bei der in der Figur gegebenen Stellung zu dem engen Canale nm. Durch eine Viertels-Umdrehung wird der Mund s der zweiten Durchbohrung sv vor die Oeffnung am untern Ende des Stiefels gebracht und dadurch eine Verbindung des inneren Stiefelraums mit der äußeren Luft bewerkstelligt. Der Canal

nm ist durch zwei Hähne, *p* und *H*, mit einfacher Durchbohrung verschließbar. Der Arm *rn* desselben dient, um nach Bedürfniß einen Behälter luftdicht anschrauben zu können. Der Arm *rm* öffnet sich in der Mitte einer eben abge-

Fig. 84.



schliffenen Platte, des Tellers, worauf Behälter mit abgeschliffenem und fettig gemachtem Rande, sogenannte Recipienten, z. B. Glasglocken, luftdicht aufgesetzt werden können. Der Teller ist von Messing oder, zu chemischen Zwecken besser, von dickem Spiegelglas.

Hebt man den Kolben, während der Hahn *q* die in der Hauptzeichnung angegebene Stellung hat, so dringt ein Theil der im Canale und in der Glocke enthaltenen Luft vermöge ihrer elastischen Kraft in den Stiefelraum unterhalb des Kolbens. Giebt man hierauf dem Hahn die zweite Stellung, so wird die auf diese Weise aus der Glocke entfernte und davon getrennte Luft durch Niederdrücken des Kolbens in die Atmosphäre getrieben. Eine Wiederholung dieses Spiels bedingt eine abermalige Verdünnung der Luft in der Glocke u. s. f., so lange ihre Ausdehnsamkeit Kraft genug besitzt, um durch die Oeffnung *u* des Hahns in den Stiefel eindringen zu können.

Um die Luft zu verdichten, verfährt man umgekehrt, d. h. man hebt den Kolben, während die Durchbohrung *sv* des Hahns nach oben gekehrt ist. Dadurch füllt sich der Stiefel mit atmosphärischer Luft, die dann durch eine Vier-

tels-Umdrehung des Hahns in Verbindung mit dem Canale *n m* gesetzt und durch den Niedergang des Kolbens in ein bei *n* oder *m* befestigtes Gefäß gepreßt werden kann

Die in Fig. 84 in ¼ natürlicher Größe abgebildete Luftpumpe besitzt bei 16 Par. Linien Stiefelweite eine zum Bedarf des Chemikers in den meisten Fällen vollkommen ausreichende Wirksamkeit, und läßt sich doch wegen der Einfachheit der Construction für geringe Kosten herstellen. Die Bewegung des Kolbens, obschon sie unmittelbar mit der Hand geschieht, erfordert keine große Kraft (so lange wenigstens die Liderung des Kolbens hinreichend mit Knochenöl getränkt bleibt) und gestattet daher ein rasches Auspumpen. Der Stiefel kann nach Bequemlichkeit eine senkrechte oder geneigte Stellung erhalten. Das Ganze sitzt fest auf einem starken Brette.

§. 103. Von vielen merkwürdigen Versuchen, die mittels der Luftpumpe sich anstellen lassen, werde einer besonders erwähnt, der geschichtliche Berühmtheit erlangt hat.

Otto von Guerike in Magdeburg, der Erfinder der Luftpumpe, verfertigte zwei hohle Halbkugeln von Kupfer, deren Ränder genau auf einander passen. S. Fig. 85. Die Ränder wurden mit etwas Talg bestrichen, luftdicht an einander gedrückt, und durch den Hahn *c* die Luft aus der Kugel gepumpt. Diese Halbkugeln, die vorher von selbst auseinander fielen, waren jetzt durch den Druck der Luft so aneinander gepreßt, daß mehrere Pferde, an die auf beiden Seiten befindlichen Ringe gespannt, nicht im Stande waren, die Halbkugeln von einander zu reißen.

Fig. 85.



Dieser schöne Versuch wurde im Jahre 1650 auf dem Reichstage zu Regensburg vor Kaiser Ferdinand III. und vielen Fürsten und Herren zu größter Verwunderung aller Zuschauer ausgeführt.



Mit Hülfe der Luftpumpe läßt sich ferner zeigen, daß im leeren Raume alle Körper gleich schnell fallen, daß Thiere darin nicht leben können, und andere Erscheinungen mehr, deren erst später Erwähnung geschehen kann.

§. 104. Auf den Druck der Luft eines Theils und auf der Erzeugung eines luftverdünnten Raumes beruhen viele Erscheinungen, wie namentlich die des Athmens, des Saugens und mehrere wichtige Vorrichtungen, nämlich die Saugpumpe und die Feuerspritze.

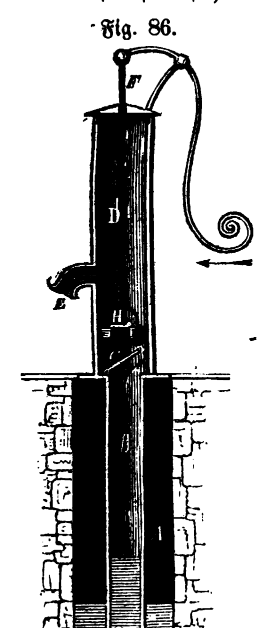
Indem wir mittels besonderer Muskel den Raum unserer Brusthöhle erweitern, wird die in derselben befindliche Luft verdünnt, und in Folge dessen tritt aus der Atmosphäre Luft in die Brust, d. h. es findet Einathmung Statt. Wird dagegen durch das Zusammenziehen der Brustwände die in der Brusthöhle befindliche Luft zusammengepreßt, so tritt sie aus derselben, was wir das Ausathmen nennen.

Es werde das Ende einer Glasröhre, Pfeifenröhre, oder eines Strohhalms unter Wasser getaucht und durch Saugen am andern Ende die Luft in denselben verdünnt, so wird durch den Luftdruck von Außen das Wasser in diese Röhren hinaufsteigen.

Uebertragen wir das Geschäft des Saugens nicht dem Munde, sondern einer andern geeigneten Vorrichtung, so haben wir die Pumpe.

§. 105. Die Pumpe besteht aus einem Wasserbehälter, Fig. 86 *A*, gewöhnlich einer in der Erde befindlichen Cysterne; in diese reicht das Saugrohr *B*, welches oben durch das Ventil *C* verschließbar ist. Ueber diesem erhebt sich das Steigrohr *D*, mit dem Ausflußrohr *E*. In dem Steigrohre bewegt sich an der Kolbenstange *F* der durchbohrte Kolben mit dem Kolbenventil *H*.

Fig. 86.



Beim Heben des Kolbens entsteht unter demselben ein luftverdünnter Raum, weshalb das Ventil *H* sich schließt, während *C* sich öffnet und Wasser durch das Saugrohr hinauf bis in das Steigrohr tritt. Beim Niedergehen des Kolbens schließt sich das Ventil *C*, und das über demselben befindliche Wasser hebt das Ventil *H* und tritt durch den Kolben in den oberen Theil des Steigrohrs, bis es das Ausflußrohr erreicht und ausfließt. Es hängt von dem Verhältniß der Größen dieser Theile ab, ob die Pumpe in wenigen oder in mehreren Zügen Wasser giebt.

§. 106. Kann durch eine solche Saugpumpe das Wasser in jede beliebige Höhe gehoben werden?

Dieses ist nicht der Fall. Zunächst schon deswegen, weil der Luftdruck das Wasser nicht höher als etwa 30 Fuß zu heben vermag. Wir wissen nämlich aus §. 96, daß derselbe einer Quecksilbersäule von 28 Pariser Zoll das Gleichgewicht zu halten vermag. Da aber Wasser 13mal weniger dicht ist, als Quecksilber, so muß ich

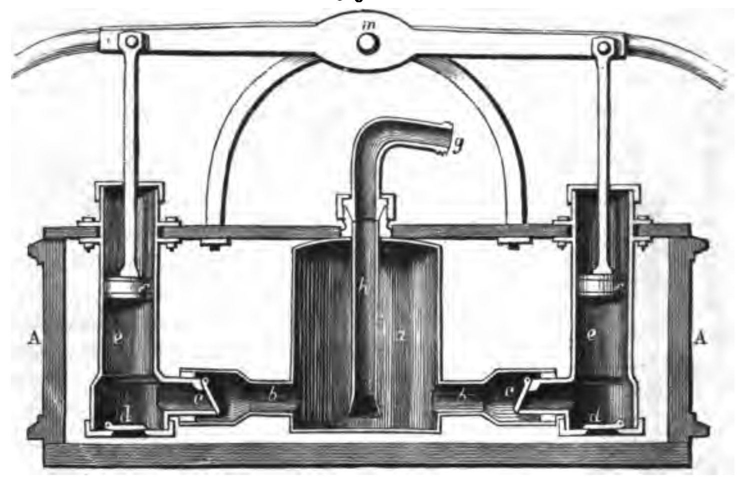
eine 13 × 28 Zoll hohe Wassersäule haben, um dem Druck einer 28 Zoll hohen Quecksilbersäule oder dem Druck einer Atmosphäre das Gleichgewicht zu halten. 13 × 28 = 364 Zoll sind aber gleich 30 Pariser Fuß.

Das erste Ventil darf also höchstens 28 Fuß hoch über dem Spiegel der Flüssigkeit liegen. Nun kann freilich das Wasser im Steigrohre noch gehoben werden, allein nicht beträchtlich, weil sonst das Pumpen allzu beschwerlich wird.

Wenn daher Wasser aus bedeutenden Tiefen oder zu eben solchen Höhen gehoben werden soll, so bedient man sich der Druckpumpen von besonderer Einrichtung.

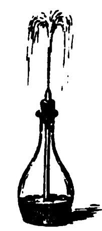
§. 107. Die Feuerspritze (Fig. 87) verdankt ihre Wirkungen wesentlich der gesteigerten Spannkraft der zusammengepreßten Luft. Ihre Theile stehen in einer Wanne *A*, welche beständig mit Wasser gefüllt erhalten wird. In der Mitte befindet sich ein starker Behälter *a*, der Windkessel genannt, in welchem das

Fig. 87.



Spritzenrohr *g* bis fast zum Boden hinabreicht. Dasselbe wird beim Gebrauche der Spritze im Anfange bei *g* durch einen Hahn verschlossen. Durch die beiden Saugpumpen *ee* wird nun Wasser in den Windkessel gepumpt, und da die Luft aus demselben nicht entweichen kann, so wird sie durch das eintretende Wasser mehr und mehr zusammengepreßt. Ist dieses bis zu einem gewissen Grade geschehen, so wird der Hahn bei *g* geöffnet, und die in dem oberen Theile des Windkessels zusammengepreßte Luft treibt jetzt plötzlich einen Wasserstrahl mit großer Gewalt aus der Oeffnung des Spritzenschlauchs. Da aber die Spritzenmannschaft fortwährend Wasser nachpumpt, so wird auf diese Weise ein ununterbrochener Wasserstrahl erhalten.

Fig. 88.

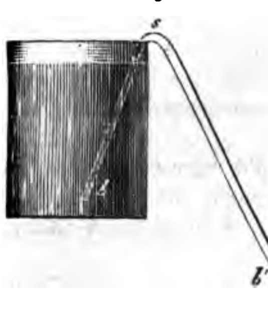


Von der Art, wie der Windkessel wirkt, kann man sich überzeugen, wenn man ein Arzneiglas halb mit Wasser füllt, verstopft

und durch den Kork eine Pfeifen- oder Glasröhre bis fast auf den Boden des Glases luftdicht einsteckt. Bläst man nun mit dem Munde heftig durch die Röhre, so wird die Luft in dem Glase verdichtet und treibt, nachdem man aufhört zu blasen, einen lebhaften Wasserstrahl aus dem Glase (Fig. 88).

§. 108. Wenn man ein Trinkglas ganz mit Wasser füllt, ein Papier darauf deckt und dann das Glas umkehrt, so läuft das Wasser nicht aus; der gegen die untere Fläche des Papiers wirkende Luftdruck hindert das Herabfallen der Wassermasse. Das Papier ist nur deshalb nöthig, um das Glas umkehren zu können und um zu verhindern, daß das Wasser an den Seiten ausläuft und statt dessen Luftblasen in das Gefäß eindringen. Wenn die untere Oeffnung klein genug ist, um ein solches Auslaufen nicht befürchten zu müssen, wie dies beim Stechheber der Fall ist, so ist das Papier nicht mehr nöthig. Der Stechheber ist ein röhrenförmiges Gefäß, Fig. 89, welches oben und unten etwas enger und an beiden Enden offen ist. Taucht man es in eine Flüssigkeit, so füllt es sich mit derselben, und wenn man nun die obere Oeffnung mit dem Daumen verschließt, so kann man den Stechheber in die Höhe ziehen, ohne daß die in demselben enthaltene Flüssigkeit ausläuft.

Fig. 89. Fig. 90.



Der Heber, Fig. 90, ist eine gekrümmte Röhre *b s b'*, deren Schenkel ungleiche Länge haben. Wenn der kürzere Schenkel in eine Flüssigkeit eingetaucht und die ganze Röhre mit derselben gefüllt ist, so läuft sie am Ende *b'* des längern Schenkels, welches tiefer liegt als *b*, fortwährend aus, so daß man also mit Hülfe eines Hebers leicht ein Gefäß entleeren kann. Die Wirkung des Hebers ist leicht zu erklären. Auf der einen Seite hat die Wassersäule *s b'*, auf der andern die Wassersäule von *s* bis zum Spiegel der Flüssigkeit im Gefäß ein Bestreben, vermöge ihrer Schwere herabzufallen; der Schwere der in beiden Schenkeln befindlichen Wassersäulen wirkt aber auf beiden Seiten der Luftdruck entgegen, welcher auf der einen Seite gegen die Oeffnung *b'*, auf der andern aber auf den Spiegel des Wassers im Gefäß wirkt und dadurch die Bildung eines leeren Raums im Innern der Röhre verhindert, welcher sich nothwendiger Weise bei *s* bilden würde, wenn die Wassersäulen auf beiden Seiten herabliefen. Da der Luftdruck auf der einen Seite so stark wirkt, wie auf der andern, so würde vollkommenes Gleichgewicht stattfinden, wenn die Wassersäulen in beiden Schenkeln gleich hoch wären, wenn sich also die Oeffnung *b'* in der Höhe des Wasserspiegels im Gefäß befände; sobald aber *b'* tiefer liegt, erhält die Wassersäule im Schenkel *s b'* das Uebergewicht, und in dem Maaße, als hier das Wasser ausläuft, wird auf der andern Seite durch den Luftdruck von Neuem Wasser in die Röhre hineingetrieben, so daß das Ausfließen bei *b'*

fortdauert, bis der Spiegel der Flüssigkeit im Gefäß auf die Höhe der Oeffnung b' gefallen oder die Oeffnung bei b frei geworden ist.

Man setzt den Heber gewöhnlich auf die Weise in Thätigkeit, daß man sein kürzeres Ende in die Flüssigkeit taucht, und aus dem längeren Theile durch Saugen mit dem Munde die Luft entfernt.

II. Erscheinungen der Schwingung.

---

§. 109. Wir betreten jetzt ein Gebiet von Erscheinungen, die sowohl nach den sinnlichen Eindrücken, als nach der Art und Weise, wie wir über Entstehung und Verlauf derselben uns Vorstellungen bilden, von dem seither Betrachteten wesentlich sich unterscheiden.

Wie sehr auch die eifrigsten und geistreichsten Forscher uns mit Erfahrungen und daraus gefolgerten Schlüssen bereicherten, so ist es immerhin schwierig, hier von dem Wesen der Erscheinungen eine bestimmte und klare Vorstellung zu gewinnen.

§. 110. Vor Allem ist es nöthig, einen gänzlich neuen physikalischen Begriff einzuführen. Die Materie haben wir bekanntlich als das Raumerfüllende, der gegenseitigen Anziehung Folgende und daher Schwere kennen gelernt, gleichgültig, in welcher Form es auftritt.

Unter Aether verstehen wir Etwas, das nicht, wie die Materie, an einzelnen Stellen als Weltkörper angehäuft, sondern als unendlich Feines im ganzen Weltraume vorhanden ist. Der Aether durchdringt selbst die Materie, und wir dürfen uns keinen Körper denken, der nicht in allen seinen inneren Theilchen von ihm umgeben wäre. Da er den Raum nicht in der Weise erfüllt wie die Materie, und der Anziehung nicht folgt, so ist er im luftverdünnten Raume der Luftpumpe ebensowohl als im leeren Raume des Barometers vorhanden. Es ist, als ob das ganze Weltall in den Aether getaucht und vollkommen von ihm durchdrungen wäre.

Aber woran erkennen wir denn das Vorhandensein Dessen, dem alle Eigenschaften fehlen, die uns die Materie greifbar darstellen?

Auch der Aether hat seine Eigenschaften, die allein vermögend sind, uns zu dem Begriff desselben hinzuleiten.

Er ist nicht nur das höchst Feine, sondern gleichzeitig auch das höchst Bewegliche und nur in der Bewegung sinnlich wahrnehmbare. Die leiseste Erzitterung desselben verbreitet sich daher weithin, bis sie, zu unseren Sinnen gelangend, Empfindungen hervorruft, die wir Wärme und Licht zu nennen pflegen. Andere Bewegungen des Aethers äußern sich in Erscheinungen, die unter dem

Namen der Elektricität und des Magnetismus zusammengefaßt werden.

Wohl zweifelte und zögerte die Wissenschaft, bis sie den Begriff des Aethers in sich aufnahm. Denn es ist ihr wichtigster Grundsatz, nur das als bestehend anzunehmen, was unmittelbar den Sinnen dargestellt werden kann. Wenn dieses jedoch, wie bei dem Aether, bis jetzt nicht möglich war, so nehmen wir das Aehnliche zu Hülfe, um seine Existenz wahrscheinlicher zu machen.

Kein Mensch zweifelt an dem Bestehen des Geistes oder der Seele. Obgleich unsichtbar und unerfaßlich, schließen wir auf das Vorhandensein der Seele aus den wunderbaren und mannichfaltigen Thätigkeiten, die sie bei der leisesten Erregung zu entfalten im Stande ist.

Und warum sollte es so schwer fallen, zum Begriff des Aethers als eines höheren Feinen uns zu erheben, nachdem wir das Wasser als Festes, Flüssiges und Luftiges kennen gelernt haben! Es gab eine Zeit, wo die Vorstellung, daß die Luft ein Körper sei, mehr Schwierigkeit darbot, als jetzt die Annahme des Aethers gewährt.

Die Hauptstütze jedoch für das Vorhandensein des Aethers liegt darin, daß durch seine Annahme eine Menge von Erscheinungen sich folgerichtig und zusammenhängend begreifen, ja mit Gewißheit sich vorhersagen und durch den Versuch bestätigen lassen, die sonst auf keine Weise genügend zu erklären sind.

Bemerkt muß noch werden, daß dieser physikalische Aether nicht mit einer Flüssigkeit zu verwechseln ist, die wir unter demselben Namen in der Chemie kennen lernen.

Das Allgemeine der Schwingungen.

§. 111. Sowohl die Materie als auch der Aether können in eigenthümliche Schwingungen versetzt werden. Die Schwingungen der Materie erregen in uns die Empfindung des Schalls, die des Aethers werden als Wärme und Licht wahrnehmbar.

Da die Schwingungen sich besonders deutlich durch die Wellen versinnlichen lassen, welche entstehen, wenn in ruhiges Wasser ein Stein geworfen wird, so hat man die Bewegungserscheinungen der Schwingungen überhaupt Wellenbewegung genannt.

Man unterscheidet stehende und fortschreitende Wellen. Die ersteren entstehen, wenn ein gespanntes Seil oder eine Saite in der Mitte angefaßt, seitwärts gezogen und wieder losgelassen wird. Fortschreitende Wellen erhält man durch den in das Wasser geworfenen Stein, oder durch einen Schlag auf ein stark gespanntes Seil. Der Unterschied zwischen beiden Arten der Wellen beruht in Folgendem:

Nennen wir die Lage des ruhenden gespannten Seiles seine Gleichgewichtslage, so muß, wenn es in Schwingung versetzt wird, jeder Theil desselben bei jeder Wellenbewegung für einen Augenblick wieder in die Gleichgewichtslage zurückkehren oder, wie man sagt, dieselbe passiren. Fortschreitende Wellen

unterscheiden sich nun von stehenden besonders dadurch, daß bei ersteren die verschiedenen schwingenden Punkte nach und nach die Gleichgewichtslage passiren, während dies bei den stehenden Wellen von allen Punkten gleichzeitig geschieht.

Wie Jedermann weiß, breiten sich die Wasserwellen von dem Punkte, wo sie erregt werden, in immer weiter werdenden Ringen gleichmäßig auf der Oberfläche des Wassers aus, indem nach und nach immer entferntere Wassertheilchen in Bewegung gesetzt werden. Die Wasserwellen bestehen aus Erhöhungen, sogenannten Wellenbergen, die abwechseln mit Vertiefungen, welche Wellenthäler heißen. Sämmtliche durch einen Steinwurf erzeugte Wellen wollen wir ein Wellensystem nennen.

Eigenthümliche Erscheinungen finden Statt, wenn zwei Wellensysteme sich begegnen, z. B. wenn zwei Steine in einiger Entfernung von einander in's Wasser fallen. Entweder treffen dann, indem die Wellensysteme in einander gerathen, gleichzeitig Wellenberge des einen mit Wellenbergen des anderen zusammen, und es findet dasselbe mit den Wellenthälern Statt, so daß höhere Wellenberge und tiefere Wellenthäler entstehen, oder ein Berg des einen Systems trifft mit einem Thal des anderen zusammen. Waren die Wellensysteme einander gleich, so kann an Punkten, wo dies letztere geschieht, natürlich weder eine Erhöhung noch eine Vertiefung stattfinden, indem beide Wellen sich ausgleichen und die Wellenbewegung aufheben. Solche durch Bewegung oder sogenannte Interferenz verschiedener Systeme in Ruhe versetzte Punkte heißen Knotenpunkte, und mehrere derselben, die neben einander liegen, bilden nicht schwingende Knotenlinien.

Wenn fortschreitende Wellen auf einen geeigneten Gegenstand treffen, so wird ihr weiteres Fortschreiten nicht nur gehindert, sondern sie werden zurückgeworfen. Indem nun z. B. die an einem Seile fortschreitenden Wellen mit den zurückgeworfenen zusammentreffen, können auch hier leicht Knotenpunkte entstehen, welche das Seil in mehrere stehende Wellen abtheilen.

Die Wellenbewegungen sind am stärksten in dem Augenblicke und an der Stelle, wo die Erregung derselben begonnen hat. Sie werden in jedem folgenden Zeittheilchen kleiner und nehmen an Stärke ab, je weiter sie sich vom Punkte ihres Anfangs verbreiten. Schall, Wärme und Licht nehmen daher an Stärke ab, je mehr wir uns von dem Orte ihrer Entstehung entfernen, und zwar findet diese Abnahme im Verhältniß des Quadrates der Entfernung Statt.

Die Wellen eines schwingenden Seiles verbreiten sich nur in der Richtung seiner Längenaxe; die des Wassers verbreiten sich als immer größer werdende Kreise von ihrem Entstehungspunkte in der wagerechten Ebene des Wasserspiegels. Um uns jedoch die Schwingungen der Luft und des Aethers vorzustellen, müssen wir ein anderes Bild gebrauchen.

Den Punkt, an welchem z. B. ein Schall entsteht, denken wir uns als den Mittelpunkt unendlich vieler Luftschichten, die in Gestalt von immer größer werdenden Hohlkugeln jenen Punkt umgeben. Der Schall wird nun weiter verbreitet, indem nach und nach alle diese Kugelschichten von Innen nach Außen in

Schwingungen gerathen. Diese Schwingungen bestehen darin, daß die einzelnen Luftschichten abwechselnd sich nähern und von einander sich entfernen, wodurch an den entsprechenden Stellen Verdichtungen und Verdünnungen entstehen. Diesem gemäß verbreiten sich Schall, Wärme und Licht vom Punkte ihrer Entstehung aus nach allen Richtungen.

Grade Linien, durch die Kreise der Wasserwellen von deren Mittelpunkt — oder durch die Kugelflächen der schwingenden Luft von deren Mittelpunkt ausgehend, werden Wellenstrahlen genannt und man spricht demnach von Schall-, Wärme- und Lichtstrahlen.

Verschiedenheit können die Schwingungen darbieten, je nach der Länge und Höhe der ursprünglich erregten Wellen und nach ihrer Geschwindigkeit, d. h. nach der Zahl der in einer bestimmten Zeit stattfindenden Schwingungen. Solche Verschiedenheiten sind von bedeutendem Einfluß auf die aus der Wellenbewegung hervorgehenden Erscheinungen.

Indem wir so versucht haben, eine allgemeine Vorstellung zu bilden über das Wesen des Schalles, des Lichtes und der Wärme, wollen wir nicht verbergen, daß dieses nicht die einzige Betrachtungsweise jener in ihrem Auftreten so bedeutenden Naturerscheinungen ist. Allein es ist hier weniger unsere Aufgabe, forschend zu verfahren oder die Ansichten der Forscher zu vergleichen, als vielmehr die bedeutendsten Thatsachen kennen zu lernen, welche sie aus dem Reiche der Natur geschöpft haben. Wir werden diese mittheilen und uns dabei gewöhnlich gebrauchter Ausdrücke bedienen, auch wenn diese nicht immer oder nicht genau der oben entwickelten Betrachtungsweise entsprechen.

Als ein vorzügliches Hülfsmittel zum Verständniß der Wellenbewegung ist Müller's Wellenscheibe zu empfehlen (bei J. V. Albert. Frankfurt a. M. Preis 5 fl. 48 kr.).

1) Schall.

§. 112. Die tägliche Erfahrung zeigt uns, daß es kaum eine Bewegung der Körper unserer Umgebung giebt, die nicht von einem unserem Gehöre wahrnehmbaren Geräusche begleitet ist. Wir können mit Gewißheit sagen, daß jeder Ton die Folge der Schwingungen eines Theiles der Materie ist, und es kommt nur darauf an, wie diese Schwingungen stattfinden, um die Art des Tones zu bestimmen. Zu unserem Ohre gelangen die Töne in der Regel durch die Luft, als Schallwellen. Diese letzteren entstehen dadurch, daß die Luft abwechselnd an gewissen Stellen verdichtet und verdünnt wird. Bei Saiten, Glocken und den Stimmgabeln sind es diese Körper selbst, welche tönen, und die Luft ist bloß der Vermittler des Tons. Bei Blasinstrumenten und der menschlichen Stimme sind es dagegen schwingende Luftsäulen, die selbst tönen.

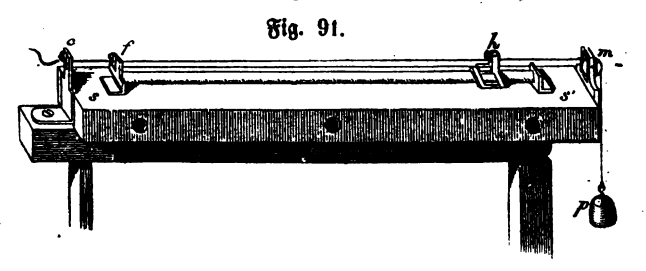
Im Allgemeinen gelten folgende Bemerkungen: die Höhe oder Tiefe eines Tones hängen von der Anzahl der Schwingungen ab, welche ein Körper in einer bestimmten Zeit macht. Je weniger dieselben betragen, um so tiefer ist der Ton, und umgekehrt. Hiermit im nächsten Zusammenhange steht die Länge der ver-

schiedenen Schallwellen. Der tiefere Ton wird immer durch eine längere, der höhere durch eine kürzere Schallwelle hervorgerufen.

Der tiefste Ton, den man hervorgebracht hat, entspricht 14 bis 15 einfachen Schwingungen in einer Secunde. Der tiefste, in der Musik gebräuchliche Ton ist der einer sechszehnfüßigen oben verschlossenen Orgelpfeife, welche Schallwellen von 32 Fuß giebt. Dagegen giebt es hohe Töne von 48,000 Schwingungen in der Secunde. Die Wellenlänge des höchsten musikalischen Tones beträgt 18 Linien. Höhere und tiefere Töne, als die also bezeichneten, können in Reinheit nicht wohl mehr von dem Ohre unterschieden und daher auch nicht als solche bezeichnet werden.

§. 113. Das Verhalten schwingender Saiten untersucht man am zweckmäßigsten mittels einer Saite, die, wie bei Fig. 91, durch einen beweglichen Steg länger

Fig. 91.



oder kürzer gemacht und durch Gewichte mehr oder minder stark gespannt werden kann.

Mit Hülfe desselben läßt sich leicht nachweisen, daß die Anzahl der Schwingungen einer Saite um so **größer** ist, je **kürzer**, je **dünner** und je **stärker** sie **gespannt** ist, und endlich, je geringer die **Dichte** derselben ist. Dieselben geben folglich auch die höchsten Töne.

Mit der zunehmenden Länge, Dicke und Dichte, und mit der abnehmenden Spannung der Saite sinkt dagegen ihr Ton nach der Tiefe. Die Saiten eines Klaviers, einer Harfe geben hiervon Beispiele. An Geigen und am großen Baß werden die Saiten, welche den tiefsten Ton hervorbringen sollen, mit Metalldraht übersponnen, wodurch ihr specifisches Gewicht vermehrt wird. Saiten von gleicher Länge können daher ungleiche Stimmung erhalten durch ungleiche Spannung oder ungleiche Dicke.

§. 114 Bemerken wir nun einen Ton, der eine gewisse Anzahl von Schwingungen hat, und nennen ihn z. B. *C*, so wird ein Ton, der in derselben Zeit genau die doppelte Anzahl von Schwingungen hat, die **höhere Octave**, und der von halb so viel Schwingungen die **tiefere Octave** von *C* genannt. Zwischen jedem Ton und seiner Octave liegen noch sechs andere Töne, deren Namen und Schwingungsverhältnisse die folgenden sind:

Grundton,	Secund,	Terz,	Quart,	Quint,	Sext,	Septim,	Octav.
c	*d*	*e*	*f*	*g*	*a*	*h*	*c*
1	$^9/_8$	$^5/_4$	$^4/_3$	$^3/_2$	$^5/_3$	$^{15}/_8$	2

Diese Verhältnisse der Schwingungszahlen gelten durch alle Octaven und für alle Töne, von welchen Instrumenten sie auch herrühren mögen. Wenn das tiefe *C* der sechszehnfüßigen Pfeife in der Secunde 32 einfachen oder 16 Doppelschwingungen entspricht, so hat seine höhere Octave 64, seine Terz 40, seine Quint 48 Schwingungen u. s. w.

Die Verhältnisse zwischen den Zahlen für je zwei auf einander folgende Töne dieser Reihe sind nicht gleich. Der den nachstehenden Buchstaben beigesetzte Bruch giebt an, um den wie vielsten Theil die Anzahl der Schwingungen eines jeden folgenden Tones größer ist als die des vorhergehenden:

c *d* *e* *f* *g* *a* *h* *c*.
$\frac{1}{8}$ $\frac{1}{9}$ $\frac{1}{15}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{9}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{15}$

Dieses ist so zu verstehen daß also *d* in derselben Zeit $1\frac{1}{8}$ mal so viel Schwingungen macht als *c*; *e* $1\frac{1}{9}$ mal so viel als *d*; *f* $1\frac{1}{15}$ mal so viel als *e* u. s. w.

Das Intervall von *c* zu *d*, von *d* zu *e*, von *f* zu *g*, von *g* zu *a* und von *a* zu *h* heißt ein ganzer Ton und es beträgt entweder $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{9}$. Dagegen betragen die Intervallen von *e* zu *f* und von *h* zu *c* nahezu nur die Hälfte der obigen, nämlich $\frac{1}{15}$, und sie werden daher halbe Töne genannt. Wenn man jedoch in den Intervallen, wie sie in der vorstehenden Reihe gegeben sind, von jedem beliebigen Tone aus fortschreiten will, so müssen noch zwischen *c* und *d*, *f* und *g*, *g* und *h* halbe Töne eingeschaltet werden, die mit *cis*, *es*, *fis*, *gis* und *b* bezeichnet werden.

Der Grundton bildet mit seiner Octav, oder mit seiner Terz oder Quint eine Consonanz und mit allen zusammen einen Akkord; mit der Secund oder Septim bildet er eine Dissonanz.

§. 115. Wenn eine gespannte Saite durch den Steg in der Mitte unterstützt und die eine Hälfte mit dem Bogen gestrichen wird, so schwingt auch die andere Hälfte der Saite, wovon man sich überzeugen kann, indem man kleine, zusammengebogene Papierstückchen, sogenannte Reiterchen, auf die letztere setzt, die durch die Schwingungen heruntergeworfen werden.

Unterstützt man die Saite in ein Drittel ihrer Länge und besetzt die übrigen zwei Drittel mit Reitern, so werden beim Anstreichen des ersten Drittels alle Papierchen heruntergeworfen, mit Ausnahme dessen, das genau in der Mitte dieser beiden Drittel der Saite sitzt. Dieser Punkt nimmt also an den Schwingungen der Saite keinen Antheil und heißt Knotenpunkt. Durch Unterstützung der Saite in ein Viertel ihrer Länge theilt sich dieselbe in vier schwingende Theile mit zwei nichtschwingenden Knotenpunkten u. s. w.

Bei tönenden Scheiben, Platten, Glocken schwingen auch nicht alle Theile. Man sieht dieses, wenn man z. B. Glastafeln mit feinem Sande bestreut, dieselben an einem Punkte festhält und am Rande mit dem Bogen bestreicht. Die schwingenden Theile werfen alsdann den Sand nach den ruhenden, welche Linien von verschiedener gegenseitiger Lage bilden, die Knotenlinien heißen.

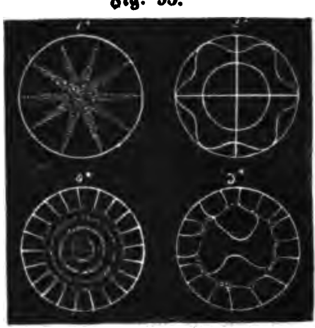
Je nachdem man viereckige oder runde Glastafeln nimmt, je nach dem

Punkt, an dem sie unterstützt, und der Stelle und der Stärke des Streichens können die verschiedensten Klangfiguren erhalten werden, wie deren z. B. Fig. 92 und Fig. 93 zeigen.

Fig. 92.



Fig. 93.



§. 116. Der Schall verbreitet sich nach allen Richtungen weiter, indem ein schwingendes Theilchen den benachbarten seine Bewegung mittheilt. Dieses geschieht mit großer Schnelligkeit, denn man hat beobachtet, daß in der Luft von gewöhnlicher Beschaffenheit der Schall in einer Secunde den Weg von 1050 Fuß zurücklegt. Doch wird er vom Lichte an Geschwindigkeit bei weitem übertroffen, was wir leicht daran erkennen, wenn in einiger Entfernung ein Gewehr losgeschossen wird. Wir sehen das Feuer und den Dampf, und erst einige Zeit nachher vernehmen wir den Knall. Wir sehen den Blitz früher, als wir den gleichzeitig entstehenden Donner hören, und schließen mit Recht aus der zwischen beiden verstreichenden Zeit auf die Entfernung des Gewitters.

Merkwürdigerweise verbreitet sich der Schall viel schneller durch dichte Körper als durch weniger dichte. Es ist bekannt, daß Kanonendonner, Hufschlag der Pferde u. s. w. in viel größerer Entfernung gehört werden, wenn man das Ohr auf die Erde legt, als durch die freie Luft. Auch das Wasser leitet den Schall sehr weit, und Fische vernehmen den Ton einer Glocke oder Pfeife, die sie zur Fütterung lockt.

Auf bedeutenden Höhen, wo die Luft weniger dicht ist, wird der Schall der Stimme geringer und der Knall einer Flinte nicht mehr sehr weit hörbar.

Wenn jedoch ein Körper in einem luftleeren Raume in tönende Schwingungen versetzt wird, so können diese nicht weiter geleitet und daher auch nicht gehört werden. Dieser Versuch läßt sich mit Hülfe der Luftpumpe leicht anstellen. Eine Glocke, im luftleeren Raume aufgehängt und angeschlagen, wird nicht gehört. Nachdem wieder Luft in den Raum eingetreten ist, tönt sie ganz vernehmlich.

§. 117. Wenn die Schallstrahlen, die sich durch die Luft in gerader Richtung fortbewegen, auf dichtere Gegenstände treffen, so wird ihre Richtung mehr oder minder verändert. Ja sie können, wenn sie auf ein festes Hinderniß stoßen, geradezu wieder zurückgeworfen werden, ähnlich wie Wellenkreise am Ufer sich

brechen. Die Erscheinung des zurückgeworfenen Schalls wird bekanntlich Echo genannt. Um ein einsilbiges Echo zu vernehmen, muß man wenigstens 60 Fuß, und bei mehrsilbigem Echo 116 bis 120 Fuß von der Fläche entfernt sein, welche den Schall zurückwirft.

Zur weiteren Verbreitung des Schalles, namentlich der Sprache, dienen sogenannte Sprechröhren. Es sind Blechröhren von ungefähr einem Zoll Weite, die z. B. aus einem Stockwerk in das andere, oder vom Mastkorbe bis zum Fuße des Mastbaumes gehen. Indem man in die eine Oeffnung desselben spricht, gelangen die am Ausbreiten gehinderten Schallwellen nach dem am andern Ende befindlichen Ohre.

Das Sprachrohr ist kegelförmig und hält ebenfalls die Schallwellen mehr zusammen, die dadurch besonders stark nach einer Richtung hingeworfen werden. Umgekehrt dient eine ähnliche Vorrichtung als Hörrohr, dessen weite Oeffnung Schallwellen auffängt und sie dem Ohre zuleitet.

2) Wärme.

§. 118 Es scheint, daß gewisse Schwingungen der Materie dieselbe in Zustände versetzen, die wir durch heiß, warm oder kalt zu bezeichnen gewöhnt sind, und die nicht etwas einander Entgegengesetztes, sondern nur verschiedene Grade einer allgemeinen Erscheinung sind, die wir Wärme nennen, und die außer jenen bekannten Eindrücken auf unser Gefühl stets auch von Einfluß auf die Ausdehnung der Körper ist.

Fragen wir nach der näheren Ursache der Wärme, so finden sich deren mehrere. Sie zeigt sich, wenn zwei Körper an einander gerieben, gestoßen oder geschlagen werden. Es ist bekannt, daß die Wilden durch Aneinanderreiben zweier Holzstücke sich Feuer verschaffen, daß ein Schmied durch geschicktes Hämmern einen Nagel in's Glühen versetzen kann. Ebenso wird beim Drehen und Bohren, namentlich des Metalls, sehr viel Wärme entwickelt. Wenn Körper rasch in einen dichteren Zustand übergeführt werden, so findet dabei eine beträchtliche Wärme-Entwickelung Statt, was z. B. bei schnellem und starkem Zusammenpressen der Luft und beim Löschen des Kalks der Fall ist.

Sehr viele und bedeutende Wärmeerscheinungen finden in Folge der im Bereich der Natur unablässig vorgehenden chemischen Verbindungen Statt. Die bekanntesten derselben sind die sogenannten Verbrennungen, die wir ja häufig anwenden, um uns Wärme zu verschaffen. Aber auch die im menschlichen Körper vorgehende chemische Zersetzung der Speisen ist eine reichliche Quelle der Wärme. Die Elektricität ruft ebenfalls beträchtliche Wärme hervor, wie im größten Maaßstabe die Wirkung des Blitzes zeigt.

Außerdem besitzt die Erde an und für sich eine gewisse Wärme, die an ihrer Oberfläche als solche zwar wenig empfunden wird, die jedoch in der Tiefe fühlbarer wird, so daß man Grund hat anzunehmen, daß im Innern der Erde eine sehr gesteigerte Wärme herrscht.

Endlich betrachten wir als Hauptursache der an der Erdoberfläche fühlbaren Wärme die Sonne, die uns täglich neben ihren Lichtstrahlen auch Wärmestrahlen zusendet, ohne deren Einwirkung die ganze Natur der Erde wesentlich eine andere sein würde.

Welches nun auch die Quelle der Wärme sei, in ihrem Verhalten zu Anderem zeigt sie stets gleiche Erscheinungen.

Ausdehnung durch die Wärme.

§. 119. Eine der am meisten in's Auge fallenden, durch die Wärme verursachten Erscheinungen ist die Ausdehnung der Körper. Wir haben schon früher (§. 17) gesehen, daß der feste, flüssige und luftförmige Zustand der Materie lediglich vom Einflusse der Wärme auf dieselbe abhängt.

Beispiele solcher Ausdehnung sind leicht aufzufinden. Man wähle eine Metallkugel und einen Ring von Metall, dessen Oeffnung nicht weiter ist, als daß die Kugel, in denselben gelegt, nur eben nicht durchfällt. Wird der Ring jedoch erwärmt, so fällt die Kugel leicht durch denselben, weil er sich ausgedehnt hat.

Ein Gefäß werde genau bis zum Rande mit einer Flüssigkeit erfüllt und diese allmählig erwärmt, so wird sie bald in Folge der Ausdehnung über den Rand des Gefäßes treten.

Man bringe eine zusammengedrückte Blase, die noch ein wenig Luft enthält und deren Oeffnung fest zugebunden ist, in die Wärme, und sie wird durch die Ausdehnung der eingeschlossenen Luft dieselbe Form annehmen, als ob man sie mit dem Munde aufgeblasen hätte.

§. 120. Die Ausdehnung der Körper giebt ein sehr werthvolles Mittel ab, um die Wirkungen der Wärme und somit die Steigerung dieser selbst zu vergleichen. Unter Temperatur versteht man den Grad der Erwärmung der Körper und nennt das zur Ermittelung derselben bestimmte Instrument Thermometer.

Auch das Thermometer hat in seiner Einrichtung gleich anderen wichtigen Instrumenten, wie das Pendel und Barometer, den Vorzug großer Einfachheit.

Man wählt zur Verfertigung desselben eine an allen Stellen gleich weite Glasröhre, deren Oeffnung etwa der Dicke einer Nadel gleich sein mag. An das eine Ende derselben wird eine kleine Glaskugel angeblasen und diese nachher mit reinem Quecksilber angefüllt.

Indem man alsdann das Quecksilber erwärmt, dehnt es sich aus, und erfüllt den ganzen Raum der etwa 6 bis 10 Zoll langen Röhre. Sobald es im Begriff ist, oben auszutreten, schmilzt man die Röhre zu, so daß dieselbe jetzt keine Luft, sondern nur Quecksilber enthält, welches beim Erkalten wieder auf einen kleineren Raum sich zusammenzieht, so daß es etwa nur den dritten oder vierten Theil der Röhre einnimmt.

Taucht man jetzt die also vorbereitete Röhre in schmelzendes Eis, so wird das Ende der Quecksilbersäule eine bestimmte Stelle einnehmen, die man genau mit einem Strich auf der Glasröhre bezeichnet. Hierauf bringt man das Thermometer einige Zeit in siedendes Wasser und bezeichnet ebenfalls den Punkt, bis zu welchem jetzt das Quecksilber aufsteigt.

So oft man nun das Thermometer in schmelzendes Eis oder in siedendes Wasser bringt, wird das Quecksilber genau wieder die bezeichneten Stellen einnehmen, und es geht daraus hervor, daß ein Körper bei ein und derselben Temperatur stets denselben Raum einnimmt, und daß dieser Raum um so weniger beträgt, je kälter der Körper ist.

Die Stelle, bis zu welcher das Quecksilber herabsinkt, wenn das Thermometer in schmelzendes Eis taucht, wird mit einem Null bezeichnet und *Nullpunkt*, *Gefrier-* oder *Eispunkt* genannt. An die Stelle, zu der das Quecksilber, in siedendes Wasser getaucht, aufsteigt, schreibt man *Siedpunkt* oder *Kochpunkt*.

Wird nun das Thermometer in irgend eine andere Umgebung gebracht, so schließen wir aus der Stelle, die es jetzt einnimmt, auf die Temperatur der Umgebung. Wir nennen sie *hoch*, wenn das Quecksilber mehr dem Siedpunkt, wir nennen sie *niedrig*, wenn es dem Gefrierpunkt sich nähert.

Um diese Bestimmungen jedoch genauer zu bezeichnen, wird die Entfernung zwischen jenen beiden Punkten in eine Anzahl gleicher Theile getheilt, die man *Grade* nennt. Diese Theilung setzt man auch jenseits des Sied- und Gefrierpunktes fort, und nennt die Grade oberhalb des letzteren *Wärmegrade* und bezeichnet sie mit +, während die unter dem Gefrierpunkt liegenden *Kältegrade* heißen und das Zeichen — erhalten.

Fig. 94.

Wärmegrade.
100
90
80 Siedpunkt.
70
60
50
40
30
20
10
0 Nullpunkt oder
10 Gefrierpunkt
20 des Wassers.
30
40
Kältegrade.

§. 121 Bei den meisten gewöhnlich gebrauchten Thermometern ist die Entfernung zwischen Gefrier- und Siedpunkt, wie bei Fig. 94, in 80 gleiche Theile getheilt. Diese Eintheilung wurde zuerst von *Réaumur* gemacht, und nach ihm wird das Instrument noch heute benannt. In Frankreich und in wissenschaftlichen Werken bedient man sich dagegen meist des hunderttheiligen oder *Centesimal*-Thermometers, an welchem der Siedpunkt mit 100 bezeichnet ist. In England ist von *Fahrenheit* wieder eine ganz andere Eintheilung angenommen worden, und die folgende Tafel wird am deutlichsten eine Vergleichung dieser verschiedenen Eintheilungen geben:

unteren Schichten, die zuerst erwärmt und dadurch weniger dicht werden, in die Höhe, während die kälteren nach dem Boden des Gefäßes sich begeben. Es entsteht dadurch in dem Wasser eine Bewegung, die man deutlich an pulverförmigen Körpertheilchen wahrnimmt, welche man in das Wasser gethan hat. Diese Bewegung dauert, bis die ganze Flüssigkeit gleiche Temperatur und folglich gleiche Dichte hat.

Noch schneller wird die Luft durch die Wärme in Bewegung gesetzt. In unseren geheizten Zimmern ist bekanntlich die untere Luftschicht oft noch sehr kalt, während die obere bereits erwärmt ist. Der sogenannte Zug in den Kaminen beruht nur darauf, daß die durch das Feuer erwärmte Luft in die Höhe steigt. Von dem Aufsteigen der warmen Luft kann man sich durch einen artigen Versuch überzeugen. Man schneidet ein Kartenblatt in einen spiralförmigen Streifen und hängt diesen mit einem Ende auf einen Strickdraht, den man in eine Kartoffelscheibe steckt und so auf den Ofen stellt. Die aufsteigende Luft dreht nun den Streifen wie eine Schlange um den Strickdraht herum. Wenn man von dünnem Papier einen Luftball von einiger Größe verfertigt und rasch die in demselben befindliche Luft erhitzt, so steigt er zu beträchtlicher Höhe empor und bleibt dort längere Zeit, wenn man ein Gefäß mit brennendem Weingeist in seine unten befindliche Oeffnung gehängt hat.

§. 126. Die Winde sind in den meisten Fällen nichts Anderes als Luftströmungen, die in Folge ungleicher Temperatur verschiedener Theile der Atmosphäre stattfinden. Am regelmäßigsten zeigen dies die Passatwinde, welche entstehen, indem die am Aequator erhitzte Luft sich erhebt, und von den Polen dichtere kalte Luftströme nach dem Aequator dringen. Durch die Umdrehung der Erde erhalten sie jedoch zugleich eine mit dem Aequator parallele Bewegung, so daß als Mittlere aus beiden Richtungen der Passatwind auf der nördlichen Halbkugel die Richtung von Nordost hat.

Ebenso sind die an den Küsten herrschenden Land- und Seewinde sehr regelmäßig. Nach Sonnenaufgang geht ein Wind vom Meere nach dem Lande, weil letzteres von der Sonne viel schneller erwärmt wird als das Wasser, so daß die über dem Lande aufsteigende warme Luft durch Luftströme vom Wasser her ersetzt wird. Nach Sonnenuntergang verhält es sich umgekehrt. Das Land erkaltet schneller, und nun gehen Luftströme von da nach dem Wasser. Am Eingange von Thälern findet häufig eine ähnliche Erscheinung Statt.

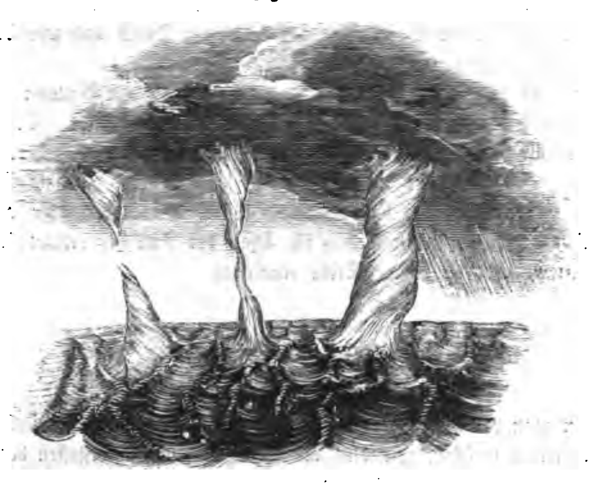
Die Stürme sind Winde von ungeheurer Geschwindigkeit, indem sie bisweilen in einer Secunde einen Weg von 120 Fuß durcheilen. Sie entstehen, wenn der in einem Theil der Atmosphäre enthaltene Wasserdampf sich plötzlich verdichtet. Von allen Seiten stürzt die Luft mit Gewalt in den dadurch sich ergebenden luftverdünnten Raum. Man schließt auf diesen Zusammenhang namentlich daraus, daß die Erscheinung der Stürme stets mit dem Fallen des Barometers verbunden ist.

Treffen sich heftige Winde oder Stürme in entgegengesetzter Richtung, so entstehen die Wirbelwinde, die oft alles Bewegliche in kreisender Bewegung

mit fortreißen, und auf dem Lande die sogenannten Sandhosen und auf dem Meere die Wasserhosen (Tromben) verursachen, von welchem Fig. 95 eine Abbildung giebt.



Fig. 95.



§. 127. Wenn man von der Dichte eines Körpers spricht, so geschieht dieses immer in Beziehung auf eine bestimmte Temperatur, bei welcher die Dichte bestimmt worden ist. Bei festen und flüssigen Körpern ist jedoch bei geringen Unterschieden in der Temperatur die Dichte nur unbedeutend verschieden. Gewöhnlich bezieht sich die Bestimmung ihrer Dichte auf eine Temperatur von 12° bis 15° C.

Bei luftförmigen Körpern ist dagegen schon bei geringen Unterschieden der Temperatur die Dichte sehr ungleich. Nach den genauesten Beobachtungen dehnen sich nämlich alle Gase für je einen Grad des hunderttheiligen Thermometers um $1/_{265}$ ihres Raumes aus. Demnach werden 265 Kubikzoll Luft von 15° C. den Raum von 266 Kubikzoll einnehmen, wenn ihre Temperatur auf 16° C. erhöht wird. Auf 14° C. erkaltet, werden sie nur 264 Kubikzoll einnehmen u. s. w.

Außer dem Thermometer sagt uns aber auch das Barometer, daß die Dichte der Luft nicht immer dieselbe ist. Bei hohem Barometerstand ist sie eine andere als bei niederem, mit Wasserdampf vermengt hat die Luft eine andere Dichte als die trockene Luft.

Diese Umstände sind jedoch bei der Bestimmung der Dichte der luftförmigen Körper mit Sorgfalt berücksichtigt worden, und wenn ich (in §. 93) sage: 770 Kubikzoll atmosphärischer Luft wiegen 1 Loth, oder, was dasselbe ist, die Luft ist 770mal weniger dicht als das Wasser, so wird dabei die Bedingung mit einbegriffen, daß diese Gewichtsbestimmung mit trockener Luft bei einem Ba-

rometerstande von 28 Zoll und einer Temperatur von 0° gemacht wurde. Dieselben Bedingungen gelten bei Angabe der Dichte aller übrigen gasförmigen Körper.

Da wir aber aus §. 91 wissen, daß die Räume der Gase sich umgekehrt verhalten, wie der auf sie ausgeübte Druck, und ferner das Verhältniß kennen, in welchem für jeden Thermometergrad die Gase sich ausdehnen, so läßt sich daraus die Dichte eines Gases für jeden beliebigen Druck und jede Temperatur durch Rechnung finden.

Man wird es daher leicht erklärlich finden, warum ein Ballon mit erwärmter und dadurch weniger dichter Luft gefüllt in die Höhe steigt. Es überrascht uns dies ebenso wenig als das Aufsteigen eines unter Wasser getauchten Korkstöpsels.

Auch die Erscheinung, daß mitunter auf Höhen Reben oder andere Gewächse nicht erfrieren, während dies im Thale der Fall ist, erklärt sich daraus, daß die warme Luft die höhere Stelle einnimmt.

Sieben. Verdampfen.

§. 128. Wenn man verschiedene Körper einer höheren Temperatur aussetzt, so werden sie entweder zerstört, wie dies bei Pflanzen- und Thierstoffen der Fall ist, oder sie erleiden nur eine Aenderung ihres Zustandes.

Die festen Körper werden bei einer bestimmten Temperatur flüssig. Wir haben in §. 122 den Schmelzpunkt mehrerer Körper angegeben und fügen nur hinzu, daß ein und derselbe Körper immer auch bei ein und derselben Temperatur schmilzt, so z. B. Blei bei 322° C.

Wird ein geschmolzener Körper weiter erhitzt, so tritt endlich ein Punkt ein, in welchem seine Theilchen unter dem Einfluß der Wärme die Eigenschaft der Gase annehmen. Feste und flüssige Körper werden in diesem Zustande Dämpfe genannt. Auch bei weitem die meisten Körper lassen sich in Dampf verwandeln, viele jedoch erst in sehr hoher Temperatur. In dieser gelingt es jedoch, selbst Metalle, wie Eisen, Kupfer, Platin, dampfförmig zu machen.

Körper, die schon bei verhältnißmäßig niederer Temperatur in Dampf sich verwandeln lassen, heißen flüchtige Körper.

Alle Dämpfe beharren so lange in ihrem Zustande, als die Temperatur, die ihnen ihre Entstehung gab, fortdauert. So wie sie jedoch abgekühlt werden, verdichten sie sich alsbald zu Flüssigkeit, und diese kann wieder zu fester Masse erstarren

§. 129. Auf der Fähigkeit der Körper, beim Erhitzen Dampfform anzunehmen, beruhen zwei wichtige technische und chemische Operationen, nämlich das Subliminiren und Destilliren.

Das Erstere besteht darin, daß ein fester Körper in Dampf verwandelt und dieser in geeigneten Gefäßen wieder verdichtet wird. Er legt sich alsdann in der Regel als feiner, pulverförmiger Körper, sogenanntes Sublimat an.

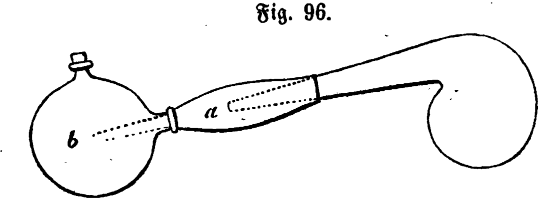
Um auf die einfachste Art eine Sublimation vorzunehmen, bediene man sich einer am Ende zugeschmolzenen Glasröhre, in der man ein Stückchen Kampfer erhitzt. Bald geht es in einen weißen Dampf über, der sich als feines Pulver an den oberen, kälteren Theilen der Glasröhre ansetzt.

Die **Destillation** findet eine viel häufigere Anwendung. Man nimmt sie vor, wenn ein Körper, der flüchtig ist, von anderen Stoffen, die gar nicht oder nur in geringerem Grade flüchtig sind, getrennt werden soll. So bezweckt man z. B. beim Branntweinbrennen den flüchtigen Weingeist von der gegohrenen Maischflüssigkeit zu trennen, und bewirkt dies durch die Destillation.

Eine Vorrichtung zum Destilliren besteht in der Regel aus drei Theilen, nämlich dem **Destillirgefäß**, worin die Flüssigkeit erhitzt wird, der **Kühlvorrichtung**, in der die Dämpfe sich verdichten, und der **Vorlage**, welche zur Aufnahme der destillirten Flüssigkeit bestimmt ist.

Zu chemischen Arbeiten sind diese Theile von Glas. Wie wir an Fig. 96 sehen, gelangen die in der **Retorte** erzeugten Dämpfe zur Abkühlung in den **Vorstoß** *a*, und die verdichtete Flüssigkeit wird in dem **Kolben** *b*, der als Vorlage dient, gesammelt.

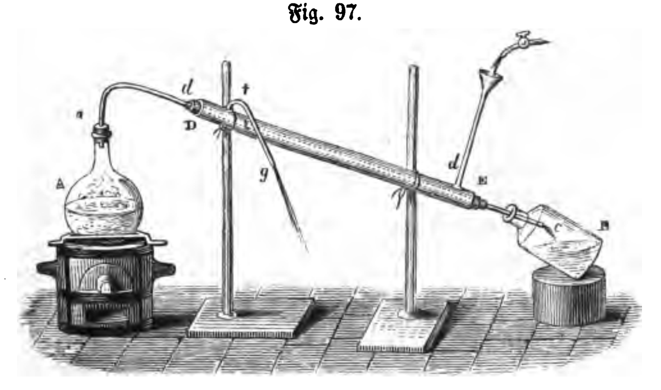
Fig. 96.



Sind jedoch die Dämpfe sehr flüchtig, so bedarf es noch weiterer Hülfsmittel, um sie vollständig abzukühlen und zu verdichten, da sonst ein großer Theil derselben in die Luft entweichen und verloren sein würde.

Für kleinere Mengen dient alsdann vortrefflich der Fig. 97 dargestellte Apparat. Die aus dem Destillirgefäß *A* aufsteigenden Dämpfe gehen durch eine lange Glasröhre, die in einer weiteren Röhre von Blech steckt. Der Raum zwischen

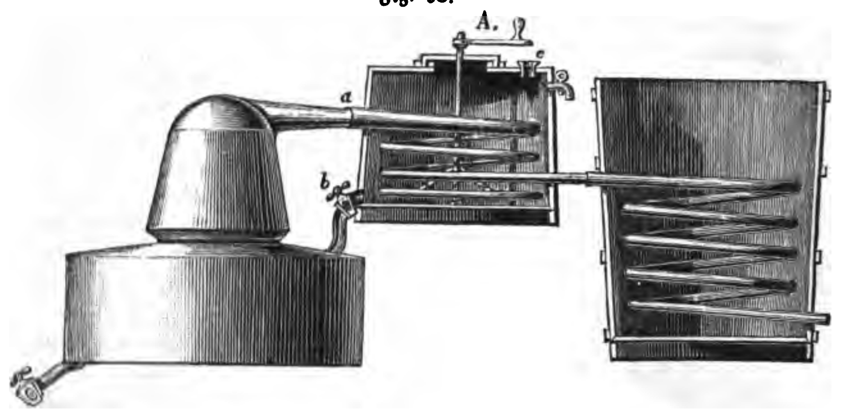
Fig. 97.



beiden ist mit kaltem Wasser angefüllt, welches durch den Trichter *d* erneuert werden kann, während das erwärmte Wasser oben durch die Röhre *g* abfließt.

Zur Gewinnung des Branntweins dient der Apparat Fig. 98 Er besteht aus einem breiten und niedrigen kupfernen Kessel, auch wohl Blase genannt, auf welchem der Helm oder Hut sitzt. Der Kessel ist in ein passendes Feuergestell eingemauert. Die in ihm erzeugten Dämpfe steigen durch das kupferne oder zinnerne Schlangenrohr oder Kühlrohr *a* in den sogenannten Vorwärmer, eine Bütte, worin gegohrene Flüssigkeit sich befindet, die, indem sie die Weingeistdämpfe verdichtet, selbst erwärmt wird und alsdann durch den Hahn *b* in den Kessel gelassen wird, um der Destillation unterworfen zu werden. Aus

Fig. 98.



dem Vorwärmer gelangt das noch nicht Verdichtete in das Kühlfaß, dessen langes, gewundenes Rohr mit kaltem Wasser umgeben ist, so daß nicht leicht ein Theil des Dampfes unverdichtet entweicht.

Man bemerke übrigens, daß es eine unzählige Anzahl verschiedener Vorrichtungen zum Destilliren giebt, daß aber alle, wie sie gestaltet sein mögen, im Wesentlichen mit dem hier Beschriebenen übereinstimmen.

§. 130. Wenn ich in einem offenen Gefäße Wasser erhitze, so wirkt der Verwandlung desselben in Dampf zweierlei entgegen, nämlich der Zusammenhang der Wassertheilchen und der Druck der Luft, welcher die Theilchen des Wassers zusammendrückt. Beides muß daher bei der Dampfbildung überwunden werden.

Durch fortgesetztes Erhitzen des Wassers bis 100° C. erhalten dessen Theilchen zuletzt ein Bestreben, sich von einander zu entfernen, welches größer ist, als jene entgegenwirkenden Ursachen. Von diesem Zeitpunkt an sehen wir an dem Boden, der untersten Stelle des Gefäßes, Dampfblasen entstehen, die durch das Wasser aufsteigen, es in wallende Bewegung versetzen und dann in die Luft entweichen. Wir nennen diese Erscheinung das Sieden oder Kochen, und die Spannung des Dampfes der aufsteigenden Dampfblasen ist gleich dem Druck der Atmosphäre, denn wenn dieses nicht der Fall wäre, so könnten sie sich nicht

bilden. Wir können auf diese Weise eine gegebene Wassermenge vollständig in Dampf verwandeln und beobachten, daß während der ganzen Zeit des Kochens das Thermometer nicht über 100° C. steigt, auch wenn wir ein noch so starkes Feuer unter das Gefäß machen. Alle Hitze geht hierbei, wie wir sehen werden, in den gebildeten Dampf über.

Wenn wir Wasser auf einem hohen Berge zum Sieden bringen und ein Thermometer hineinstellen, so steigt dieses nicht auf 100° C. Der Grund hiervon ist leicht nachweisbar. Der Druck der Luft auf das Wasser ist hier geringer, also muß dies auch bei geringerer Temperatur sieden als in der Tiefe. Auf der großen Hochebene von Quito, die 8724 Fuß über dem Meere liegt, siedet das Wasser schon bei 90° C. Dort kann man daher in offenen Gefäßen ein Ei in Wasser nicht hart sieden. Wenn man mittels der Luftpumpe oder auf andere Weise ein Gefäß, das etwas Wasser enthält, nahe zu oder fast luftleer macht, so siedet letzteres schon, wenn man das Gefäß nur in die warme Hand nimmt.

§. 131. Aber auch ohne daß man das Wasser erwärmt, verwandelt sich dasselbe in Dampf, wenn es frei an der Luft steht. Es geschieht diese freiwillige Verdampfung jedoch viel langsamer, und sie erhielt den Namen der Verdunstung. Eine gegebene Wassermenge verdunstet um so schneller, je größer ihre Berührungsfläche mit der Luft, je trockner und wärmer diese ist, und je rascher neue Luftschichten über das Wasser hinstreichen.

§. 132. Der Wassergehalt der Luft ist abhängig von ihrer Temperatur und von dem Vorhandensein hinreichender Wassermengen für die dadurch mögliche Verdunstung. Ueber den Meeren der heißen Gegenden enthält ein Maaß Luft mehr Wasserdampf als ein gleiches Maaß Luft der kalten Steppen des nördlichen Asiens, oder der heißen, aber wasserlosen Sandwüsten Afrikas. Wir nennen die Luft eine mit Wasserdampf gesättigte, wenn sie wirklich so viel desselben enthält, als ihrer Temperatur entspricht. Feucht ist die Luft, wenn sie sich jenem Zustande nähert, trocken heißt sie dagegen, sobald sie bei weitem weniger Wasser enthält, als dies hinsichtlich der ihr eigenen Temperatur der Fall sein sollte. Daher läßt sich erklären, daß Luft, die wir für sehr trocken halten, z. B. in Italien, im gleichen Raum dennoch mehr Wasser enthalten mag, als die feuchte Luft einer kälteren Gegend.

Wenn die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, so vermag sie nicht neue Mengen desselben aufzunehmen, weshalb das mit ihr in Berührung gebrachte Wasser nicht verdunstet, an Menge daher nicht abnimmt. Sie erlangt jedoch die Fähigkeit, mehr Dampf aufzunehmen in dem Augenblicke, wo ihre Temperatur erhöht wird. Man hat verschiedene Mittel, um den Gehalt der Luft an Wasserdampf zu beurtheilen. So giebt es manche feste Körper, wie z. B. Kochsalz, die das Wasser aus nasser Luft anziehen und dadurch feucht werden oder endlich gar zerfließen, wie dies die Pottasche thut.

Andere verändern durch Anziehung des Wassers nur ihre Form. Es sind dies die porösen Körper, und zwar vorzugsweise die aus Haarröhren bestehenden, wie Pflanzentheile, Haare, Wolle, Saiten. Mit Bedauern sehen die Frauen-

zimmer, daß in feuchter Luft ihre schönen Locken sich abrollen, indem die Haare schlaff werden. Das Quellen des Holzes, die Verstimmung der Saiten-Instrumente und manche andere Erscheinungen gehören hierher. Ja man hat eine Vorrichtung ausgeführt, wo mittels der mehr oder minder starken Spannung eines Menschenhaares ein Zeiger bewegt wird, wodurch man sehr genau die Menge des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes beurtheilen kann, anderer Feuchtigkeitsmesser (Hygrometer, Psychrometer), die noch genauere Angaben liefern, nicht zu gedenken.

§. 133. Wird die mit Wasserdampf gesättigte Luft abgekühlt (z. B. durch Winde), so kann sie natürlich nur eine geringere Menge Wassers aufgelöst enthalten. Ein Theil desselben verdichtet sich daher und wird dem Auge als Nebel sichtbar, wenn diese Niederschlagung des Dampfes nahe an der Erde vor sich geht, oder als Wolke, wenn dies in der Höhe geschieht. Diese Nebelbildung sehen wir im Kleinen bei jedem Athemzug entstehen, wenn die warme mit Wasserdampf gesättigte Luft unserer Lunge in einem kälteren Raum ausgeathmet wird.

Nebel und Wolken bestehen aus einer großen Anzahl außerordentlich kleiner, hohler Wasserbläschen. Obgleich dieselben schwerer sind als Luft, so fallen sie doch nicht sogleich und plötzlich nach ihrer Entstehung auf die Erde herunter, sondern ähnlich wie dies bei einer Seifenblase geschieht, werden sie von Luftströmungen oft längere Zeit in der Höhe erhalten und von einem Orte zum andern getrieben.

Man hat den Wolken verschiedene, von ihrer Masse und Gestalt entliehene Namen gegeben, wie Federwolke, Haufenwolke, Schichtwolke, die wieder verschiedene Mittelarten bilden, wie z. B. die federige Haufenwolke, die unter dem Namen der Schäfchen bekannt ist.

§. 134. Regen entsteht, wenn Wolken von Winden ungehindert in tiefere Luftschichten sich senken, die mit Feuchtigkeit gesättigt sind, so daß die Bläschen durch Niederschlagung neuer Wassertheilchen sich vergrößern, bis sie endlich, Tröpfchen bildend, schnell zur Erde fallen, und dabei fortwährend an Umfang zunehmen.

Weniger klar ist die Entstehung des Schnees. Nehmen wir an, es kommen feuchte Luftströme aus wärmeren Gegenden in solche, die bedeutend kälter sind, so können wohl auch anstatt der Wasserbläschen höchst kleine Eistheilchen aus demselben sich bilden, die dann als Schneewolken erscheinen, aus welchen jene gefrorenen Theilchen in größeren oder kleineren Flocken herabfallen.

Der Hagel ist eine von denjenigen Naturerscheinungen, für die man noch immer keine hinreichend genügende Erklärung zu geben im Stande ist. Denn es ist namentlich schwierig zu begreifen, wie im heißen Sommer, in nicht allzu großer Höhe, die Eiskörner entstehen können, welche den Hagel bilden, Körner, die oft mehrere Loth, mitunter selbst ¼ bis ½ Pfund schwer sind. Furchtbar sind die durch die Hagelwetter angerichteten Verwüstungen in Flur und Feld. So durchzog im Jahre 1788 ein solches ganz Frankreich von den Pyrenäen bis nach Holland, und verheerte in etwa 6 Stunden die Ernten von 1039 Gemeinden, deren Schaden man auf 12 Millionen Gulden berechnete.

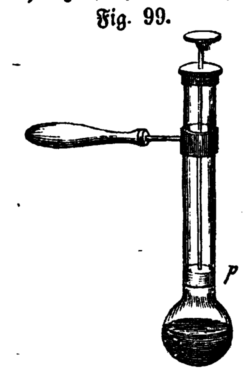
Thau und Reif. Nach Sonnenuntergang strahlt die Oberfläche der Erde die während des Tages aufgenommene Wärme in den Himmelsraum. Dadurch erkaltet sie dann häufig so stark, daß die in den unteren Luftschichten aufgelös'ten Dämpfe sich zu Wasser verdichten, welches an allen Gegenständen als Thau sich anlegt. Da Pflanzen, namentlich Gräser, ein stärkeres Wärmestrahlungsvermögen besitzen als Erde und Steine, so erscheinen erstere des Morgens vorzugsweise bethaut. Bei bewölktem Himmel wird die Wärmeausstrahlung durch die Wolken vermindert, weshalb alsdann kein Thau erfolgt. Ebenso wenig schlägt sich Thau unter Zelten, Decken und Tischen nieder, die man im Freien aufstellt.

Sind die Gegenstände, an welche der Thau sich anlegt, unter den Gefrierpunkt erkaltet, so wird er in Eis verwandelt und Reif genannt.

§. 135. Lös't man gewöhnliches Salz oder auch andere Salze, Zucker oder auch andere Substanzen in Wasser auf, so muß man diese Auflösungen höher als auf 100° C. erhitzen, bis sie in's Sieden gerathen. Die meisten Speisen, die in unseren Küchen kochen, haben eine solche höhere Temperatur, weshalb sie heftigere Verbrennungen veranlassen können als siedendes Wasser an und für sich.

§. 136. Erhitzt man Wasser in einem verschlossenen Gefäße, so daß die gebildeten Dämpfe nicht entweichen können, alsdann steigt die Temperatur des Wassers fortwährend. Dabei nehmen die eingeschlossenen Dämpfe eine immer wachsende Spannkraft an, welche endlich eine furchtbare Stärke erreichen. Man nimmt daher zu solchen Versuchen in der Regel sehr starke eiserne Gefäße.

Fig. 99.



Wähle ich das gläserne Gefäß, Fig. 99, dessen Oeffnung durch den luftdicht passenden Kolben *p* verschlossen ist, so wird sehr bald die Spannkraft des eingeschlossenen Dampfes diesen Kolben in der Röhre in die Höhe heben. Ist dieses geschehen, und ich tauche jetzt das Gefäß in kaltes Wasser, wodurch die Dämpfe plötzlich verdichtet werden, so befindet sich unter dem Kolben offenbar ein luftverdünnter Raum. Derselbe wird nun durch den Druck der Luft wieder in der Röhre heruntergeschoben.

Wir haben in diesem einfachen Versuche, in diesem Auf- und Niederschieben des Kolbens die Grundlage der Einrichtung aller Dampfmaschinen.

Die Dampfmaschinen.

§. 137. Es wurde in der Einleitung die Erfindung der Buchdruckerkunst als ein Ereigniß bezeichnet, welches der Wissenschaft eine ewige Dauer sicherte, welches ihr eine Ausdehnung und einen Zufluß von Hülfsmitteln gewährte, ohne die der hohe Standpunkt, welchen sie jetzt einnimmt, nicht erreicht worden wäre.

Von ähnlicher Wichtigkeit ist die Erfindung der Dampfmaschine für die

Gewerbe. Sie leiht dem Menschen Hunderttausende von Armen, sie ersetzt ihm Tausende von Zug- und Lastthieren. Sie macht den Schiffer unabhängig von Wind und Strömung, sie setzt unsere Mühlen in Bewegung, gleichgültig, ob der Mühlbach versiegt oder auf den Grund gefroren ist, sie überwindet jede Last mit Leichtigkeit und jede Entfernung mit der Geschwindigkeit des Windes.

Und wie denn jede bedeutende Umgestaltung in den äußeren Verhältnissen des Menschen auf dessen Inneres von Rückwirkung ist, so ist der mittelbare Einfluß der Dampfkraft auf die geistigen Zustände des Menschen nicht minder wichtig.

Wenn es die Aufgabe der Buchdruckerkunst wurde, Gedanken und Ideen zu begründen und zu fördern, so ist es wesentlich Aufgabe der Dampfmaschine, Thatsachen festzustellen und Anschauungen zu gewähren; wenn jene die Geister aller Jahrhunderte verknüpft, so vermittelt diese die Personen der Gegenwart.

Es gebührt daher der Betrachtung der Dampfmaschine hier vorzugsweise eine Stelle, damit uns ihr Wirken nicht als etwas Wunderartiges, Dämonisches erscheine, sondern als ein bewundernswerthes Beispiel, wie die Kräfte der Natur dem Geiste dienstbar gemacht werden können.

§. 138. Die Wirkung einer Dampfmaschine ist also Folge der großen Spannkraft des eingeschlossenen und über den Siedpunkt erhitzten Wasserdampfes. Der Dampf wird entweder bei stehenden Maschinen, wie z. B. bei Dampfmühlen und den Dampfschiffen, oder zu beweglichen verwendet, was bei den Locomotiven der Eisenbahnen der Fall ist. In beiden Fällen ist ihre Einrichtung in mancher Hinsicht verschieden.

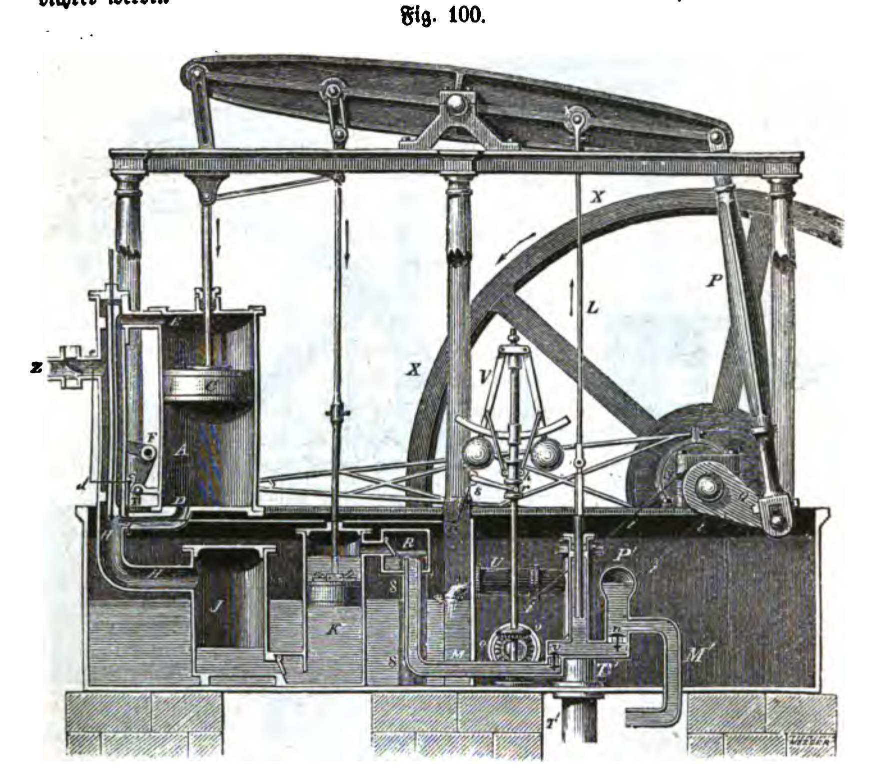
Betrachten wir die stehende Dampfmaschine, so nimmt zunächst die Erzeugung des Dampfes und dann seine Verwendung als bewegende Kraft unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Die Erzeugung des Dampfes geschieht in dem eisernen oder kupfernen Dampfkessel. Seine Form ist sehr verschieden, jedoch immer so, daß er dem Feuer möglichst viel Oberfläche darbietet. Gewöhnlich hat er die Gestalt einer an beiden Enden verschlossenen Röhre, die ganz vom Feuer umgeben ist. Auf diese Weise gelingt es, eine große Menge Wassers schnell in Dampf zu verwandeln. Aus dem Dampfkessel wird derselbe durch eine Röhre nach der Maschine geleitet, wo wir nun seinen Weg mit Hülfe der Abbildung, Fig 100 (a. f. S.), weiter verfolgen wollen.

Der bei *Z* eintretende Dampf gelangt durch eine besondere Vorrichtung abwechselnd bald über, bald unter den im Cylinder *A* auf und ab beweglichen Kolben *C*. Nehmen wir an, der Dampf sei durch die Oeffnung *E* über den Kolben getreten, so wird dieser nach unten gedrückt. Wenn aber der unter dem Kolben befindliche Theil des Cylinders ebenfalls mit Dampf angefüllt ist, so wirkt dieser jenem Druck entgegen und hebt ihn auf. Der Dampf muß daher jedesmal auf der einen Seite des Kolbens entfernt werden. Dies geschieht

in der That mit größter Regelmäßigkeit, indem dieselbe Vorrichtung, welche den Dampf abwechselnd auf die obere und untere Fläche des Kolbens leitet, gleichzeitig den auf der entgegengesetzten Seite befindlichen Dampf durch das Rohr *HH* in den von kaltem Wasser umgebenen Behälter *J* treten läßt. Letzterer heißt Condensator, weil darin die Dämpfe condensirt, d. h. zu Wasser verdichtet werden

Fig. 100.



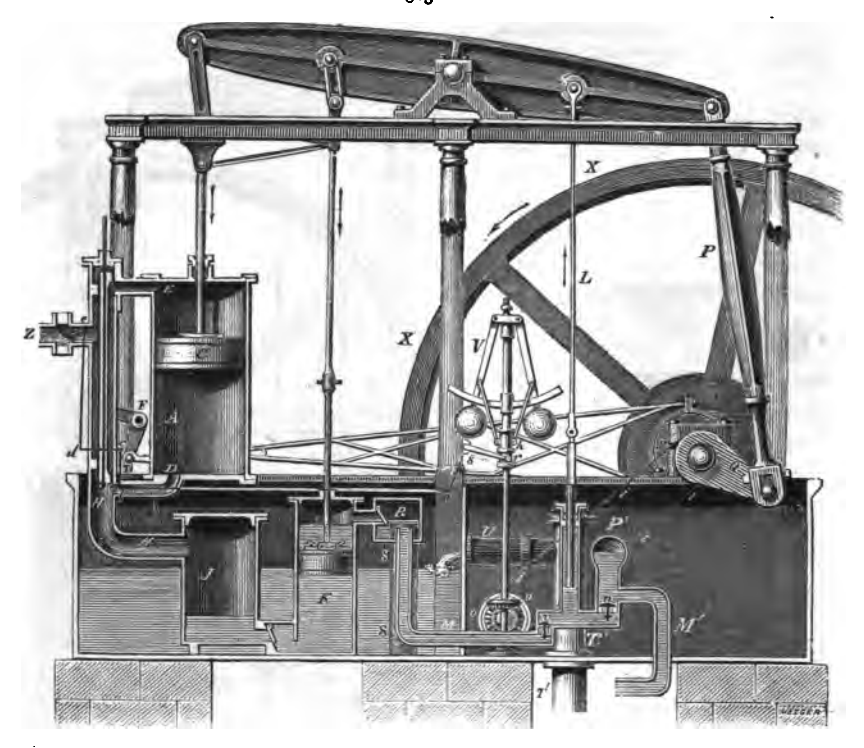
Wenn aber in der oberen Hälfte des Cylinders Dampf von starker Spannkraft wirkt, während der untere Theil durch Verdichtung des darin befindlichen Dampfes ein leerer Raum geworden ist, so ist die nothwendige Folge, daß der Kolben *C* abwärts geschoben wird. Ebenso bewegt er sich nachher aufwärts, wenn der oberhalb befindliche Dampf verdichtet wird und durch die untere Oeffnung *D* der Dampf eintritt.

Natürlich wird die im Mittelpunkt des Kolbens befestigte Kolbenstange, welche luftdicht durch den Deckel des Cylinders geht, dieselbe Bewegung auf und nieder machen, wie der Kolben. In seltenen Fällen ist es jedoch gerade diese Art der Bewegung, welche den Zwecken der Gewerbe entspricht. Gewöhnlich geht in allen unseren Maschinenwerken, z. B. in den Wassermühlen, die Be-

wegung von einer wagerecht liegenden Walze aus, die Welle genannt wird. Es gilt nun, die auf- und niedergehende Bewegung der Kolbenstange in die Umdrehung einer wagerechten Welle zu verwandeln.

Es geschieht dies in folgender Weise: Die Kolbenstange ist an einem Ende eines gleicharmigen Hebels befestigt, welcher Balancier heißt. Am andern Ende sehen wir die Treibstange *P* angebracht, welche durch ihren unteren Theil mit

Fig. 101.



der Kurbel *Q* einer wagerechten Welle ganz ähnlich verbunden ist, wie der Steg mit der Kurbel an dem gewöhnlichen Spinnrade. Aus der Umdrehung der Welle folgt aber auch die des an derselben befindlichen Schwungrades *XX* (vergl. §. 73), welche in der Richtung des Pfeiles stattfindet.

Noch bleibt uns übrig, einige andere Theile der Abbildung zu erklären.

Das in dem Condensator durch Verdichtung des Dampfes sich ansammelnde Wasser wird durch die in dem Behälter *K* thätige Pumpe entfernt. Es gelangt von da weiter in das zweischenklige Gefäß *R*, aus welchem es durch die Kolbenstange *L* einer Druckpumpe durch das Rohr *M'* nach dem Dampfkessel getrieben wird. Dieses Wasser ist nämlich immer noch warm und daher mehr geeignet, schnell wieder in Dampf verwandelt zu werden, als kaltes Wasser.

Die Vorrichtung *V* wird der **Regulator** genannt. Seine Aufgabe ist, mehr oder weniger Dampf durch die in dem Rohre *Z* befindliche Klappe *e* eintreten zu lassen, je nachdem eine größere oder geringere Kraftäußerung erforderlich ist.

§. 139. Die Größe der Wirkung einer Dampfmaschine ist abhängig von der Spannkraft des in ihr verwendeten Dampfes und von der Oberfläche des Kolbens.

Gesetzt, der Dampf habe eine Spannkraft, die gleich ist dem Druck der Atmosphäre, und die Oberfläche des Kolbens betrage ein Quadratmeter, welches gleich 1378 Pariser Quadratzoll ist, so wird nach §. 77 der Kolben mit einer ebenso großen Kraft abwärts gedrückt, als ob wir ihn mit 20,000 Pfund belastet hätten. Wendet man aber Dampf von der drei- oder vierfachen Spannkraft an, so steigt auch die Wirkung der Maschine um das Drei- oder Vierfache.

Maschinen, welche Dampf von geringer Spannkraft anwenden, heißen Maschinen von **niederem Druck**, während solche, die Dampf von großer Spannkraft benutzen, **Hochdruckmaschinen** genannt werden.

Man sei jedoch nicht der Meinung, daß Maschinen von niederem Druck weniger Kraft zu entwickeln im Stande wären als Hochdruckmaschinen. Bei letzteren ist der Durchschnitt des Cylinders kleiner, wodurch das Verhältniß ausgeglichen wird. Denn man wird offenbar ganz gleiche Wirkungen hervorbringen durch den Druck von **einer** Atmosphäre auf einen Kolben von **vier** Quadratfuß Oberfläche, oder durch den Druck von **vier** Atmosphären auf eine Kolbenfläche von **einem** Quadratfuß.

In dem letzteren Fall ist natürlich der Umfang der Maschine geringer, namentlich wenn man den Dampf von der einen Seite des Kolbens nicht durch Verdichtung, sondern dadurch entfernt, daß man ihn in die Atmosphäre entweichen läßt. Alsdann bedarf man weder des Condensators, noch der vielen Pumpen, und die Maschine wird um Vieles einfacher.

Man wendet daher die Hochdruckmaschinen zur Bewegung der **Locomotiven** an, weil sie einen viel kleineren Raum erfordern als die anderen.

§. 140 Eine Maschine, die mit Dampf von hoher Spannkraft arbeitet, erfordert in gleicher Zeit nahezu dieselbe Dampfmenge, als eine Niederdruckmaschine von gleicher Kraft. Die erstere muß jedoch so eingerichtet sein, daß sie in kurzer Zeit und in einem sehr beschränkten Raume eine sehr große Menge von Wasser in Dampf verwandeln kann. Dies geschieht, wie aus Fig. 102 (auf folg. Seite), welche den Längen-, und Fig. 103, welche den Querdurchschnitt einer Locomotive darstellt, ersichtlich ist, dadurch, daß die in dem Feuerraum *AA* erhitzte Luft durch eine Menge kupferner Röhren strömt, welche rings von Wasser umgeben sind. Die entstehenden Dämpfe sammeln sich in dem Raume *BB*, steigen in den erhöhten Theil *CC*, und gelangen durch das Rohr *cc*, welches sich in zwei Arme theilt, von welchen jedoch nur der eine, *d*, hier sichtbar ist, in den Cylinder. Es sind deren nämlich zwei vorhanden, von welchen wir den vorderen, *F*, vor uns haben. Wie man sieht, hat er eine wagerechte Lage, weshalb auch die Kolbenstange wagerecht hin- und hergeschoben wird. Diese setzt, in Verbindung

Fig. 120.

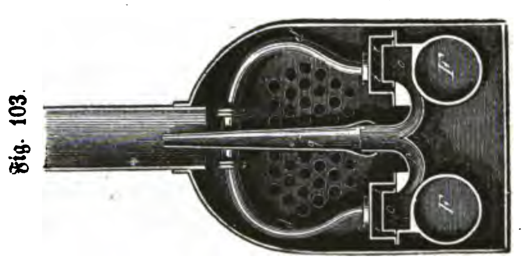


Fig. 103.

mit einer Treibstange und der Kurbel *n*, das große Rad in Bewegung, während die kleineren Räder nur mitlaufen. Durch das Rohr *q* entweicht der entbehrlich gewordene Dampf zugleich mit dem Rauch durch das Kamin.

§. 141. Schon in dem siebzehnten Jahrhundert hatte man Maschinen, welche durch Dampf in Bewegung gesetzt wurden. Sie waren jedoch noch sehr unvollkommen, und erst um das Jahr 1763 war es der Engländer Jakob Watt, welcher der Dampfmaschine eine Einrichtung gab, wie sie in den wesentlichsten Stücken noch jetzt ist. Das erste in größerem Maßstabe gelungene Dampfschiff wurde im Jahre 1807 von dem Amerikaner Robert Fulton erbaut.

Man vergleicht die Leistungen der Dampfmaschine gewöhnlich mit Pferdekräften, und nimmt dabei an, daß die Kraft eines Pferdes in einer Secunde 1500 Pfund 3,7 Zoll = 1 Decimeter hoch hebt.

Das Brennmaterial für Dampfmaschinen ist in der Regel Steinkohle. Eine stehende Maschine von 1 Pferdekraft erfordert in der Stunde ungefähr 20 Pfund Kohle. In derselben Zeit bedürfen:

2	Pferdekräfte	31	Pfund	Kohlen.
10	»	100	»	»
20	»	166	»	»
100	»	555	»	»
200	»	1100	»	»

Die Maschinen der Dampfschiffe und Locomotiven verbrauchen verhältnißmäßig noch viel mehr Kohlen.

Fortpflanzung der Wärme.

§. 142. Wir wissen, daß ein Körper, dem ein hoher Wärmegrad mitgetheilt wurde, seine Wärme allmälig verliert, daß er sich abkühlt. Ebenso bekannt ist es, daß ein Körper von niederer Temperatur allmälig eine höhere annimmt, wenn er dem Einfluß einer Wärmequelle unterworfen wird. Die Wärme ist daher nicht in einem Körper gleichsam verschließbar, sondern, wie jede Bewegung, strebt sie beständig, mit ihrer Umgebung sich in einen Zustand des Gleichgewichts zu versetzen, und ist daher in ewig fortdauernder Bewegung.

Die Verbreitung der Wärme geschieht auf zweierlei Weise, einmal, indem sie sich durch die Masse der Körper in der Art fortpflanzt, daß das eine Theilchen sie dem ihm nächst liegenden mittheilt und so weiter, bis alle Theilchen gleichmäßig von ihr durchdrungen sind. Es ist dies die Fortpflanzung der Wärme durch Leitung. Im anderen Falle verbreitet sich die Wärme durch die Luft, indem sie in Strahlen von den Körpern ausgeht, ganz ähnlich wie die des Schalls und des Lichts, weshalb sie in dieser Beziehung strahlende Wärme genannt wird.

§. 143. Nicht alle Körper verbreiten die Wärme gleich schnell durch ihre Masse.

Eine Stecknadel, die wir an einem Ende glühend machen, können wir am andern Ende nicht anfassen, ohne uns zu verbrennen. Dagegen darf ein noch kürzerer Holzspahn an einem Ende hellauf brennen, während wir ihn am andern Ende ohne Schaden in der Hand halten. Die Körper sind daher theils gute Wärmeleiter, theils schlechte.

Die dichten Körper, also die Metalle, sind die besten Wärmeleiter, während Körper von geringer Dichte dieselbe nur sehr langsam durch ihre Masse verbreiten. Dies ist namentlich dann der Fall, wenn diese Körper sehr porös und locker sind. Daher werden Steine, Erde und irdene Geschirre, Glas zu mittelmäßigen; Holz, Stroh, Haare, Pflanzenfaser und die daraus gefertigten Zeuge zu den schlechten Wärmeleitern gezählt.

Viele der gewöhnlichsten Erscheinungen sind Folgen der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Körper, wie z. B. daß Wasser in Metallgefäßen schneller zum Sieden gelangt, als in irdenen, daß eine glühende Kohle auf eine Eisenplatte gelegt bald erlischt, während sie auf Holz gelegt lange fortglimmt, daß die Metalle sich kalt anfühlen, weil sie die Wärme der Hand schnell fortleiten.

Damit überhaupt die Wärme unseres Körpers weder durch Strahlung, noch durch Leitung nicht allzusehr vermindert werde, umgeben wir denselben mit schlechten Wärmeleitern, mit wollenen Kleidern, Pelzwerk. Ebendeshalb bedienen wir uns zur Herrichtung warmer Lagerstätten des Mooses, Heues und der Federn, und umgeben Bäume und andere Gewächse mit Stroh, um sie vor Kälte zu schützen.

Auch die Luft und das Wasser sind sehr schlechte Wärmeleiter. Die Luft in Kellern und Brunnen behält im Sommer und Winter so ziemlich dieselbe Temperatur, und wir haben schon in §. 125 gesehen, daß Luft und Wasser nur dadurch die Wärme schneller verbreiten, daß sie durch dieselbe in Bewegung versetzt werden. Zu den Körpern, welche die Wärme wenig leiten, müssen wir auch den Schnee und das Eis rechnen. Die meisten unserer Wintersaaten würden erfrieren, wenn sie nicht im Winter durch eine Decke von Schnee geschützt wären.

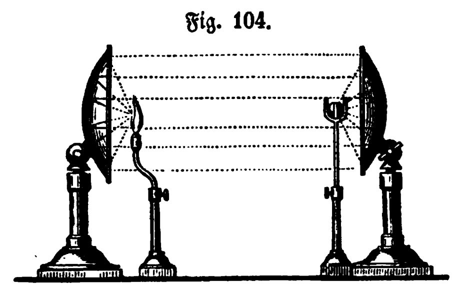
§. 144. Von den Strahlen der Wärme, die z. B. von einem geheizten Ofen ausgehen, überzeugt uns das Gefühl leicht, wenn wir jenem näher kommen. Daß die uns dann fühlbar werdende Wärme wirklich in Strahlen zu uns gelangt, geht daraus hervor, daß ein vorgestellter Schirm, welcher den Strahlen ein Hinderniß darbietet, uns vor demselben schützen kann. Auch von der Sonne gelangt die Wärme in Strahlen zur Erde, und es wird dabei die Luft nur in geringem Grade erwärmt, denn wir finden dieselbe in den höheren Schichten sehr kalt.

Aehnlich, wie die Strahlen des Schalls, werden die der Wärme gebeugt oder abgelenkt, wenn sie aus einem Theil der Materie in einen anderen von ungleicher Dichte gelangen, sie werden ferner zurückgeworfen, wenn sie auf

feste Gegenstände treffen. Wir beobachten beides am auffallendsten bei dem Brennglase und dem Brennspiegel.

Das Brennglas wird in dem Abschnitte über das Licht beschrieben werden. Der Brennspiegel ist ein Hohlspiegel von blank polirtem Messing. In Fig. 104 sehen wir zwei solcher Spiegel einander gegenüber aufgestellt.

Fig. 104.



Alle Wärmestrahlen, die nun auf die Oberfläche eines Brennspiegels in paralleler Richtung mit dessen Axe auffallen, werden von demselben so zurückgeworfen, daß sie in einem vor dem Spiegel liegenden Punkte zusammentreffen, wie dies durch die punktirten Linien angedeutet ist. In diesem Punkte findet sich die Summe jener von der hohlen Spiegelfläche aufgefangenen Wärmestrahlen vereinigt, und er wird daher Brennpunkt genannt. Bringt man dagegen einen Körper, der Wärme ausstrahlt, in den Brennpunkt eines Hohlspiegels, so werden alle auf letzteren fallenden Wärmestrahlen von demselben in paralleler Richtung zurückgeworfen.

Diese Eigenschaften des Brennspiegels hat man durch folgende Versuche bestätigt. Zwei Spiegel werden wie in Fig. 104 aufgestellt und in den Brennpunkt des einen Spiegels wird eine glühende eiserne Kugel oder ein Schaumlöffel voll lebhaft glühender Kohlen gebracht. Hält man nun in den Brennpunkt des andern, der 18 bis 20 Fuß weit entfernt sein kann, ein Stück Zunder, so wird der Zunder entzündet, denn die von jenen glühenden Gegenständen auf den ersten Spiegel treffenden Wärmestrahlen werden von demselben parallel nach dem zweiten gesendet, der sie in seinem Brennpunkt versammelt, wodurch an dieser Stelle eine Hitze entsteht, die hinreicht, um Körper zu entzünden. Bringt man ein Thermometer nur um ein Geringes außerhalb des Brennpunktes, oder an irgend eine Stelle zwischen den beiden Brennspiegeln, so zeigt sich, daß die Wärmestrahlen an keinem anderen Punkte eine merkliche Erhöhung der Temperatur hervorbringen.

Die Temperatur des Brennpunkts hängt von der Größe des Brennspiegels und von der Temperatur der Wärmequellen ab. Man hat Brennspiegel verfertigt, mittelst welcher man durch die Wärme der in ihrem Brennpunkt vereinigten Sonnenstrahlen Körper geschmolzen und entzündet hat, die man im stärksten Feuer nicht in diesen Zustand zu versetzen im Stande ist.

Die Geschwindigkeit der Wärmestrahlen ist gleich der des Lichts, welches in einer Secunde 42,000 Meilen zurücklegt.

§. 145. Die Körper zeigen ein außerordentlich verschiedenes Verhalten gegen die auf sie treffenden Wärmestrahlen. Es giebt Körper, welche alle Wärmestrahlen durch ihre Masse gehen lassen, ohne auch nur im Geringsten einen Theil dersel-

ben in sich aufzunehmen und zurückzuhalten. Dies ist z. B. mit der Luft der Fall. Aber auch manche feste Körper, wie z. B. das Steinsalz, verhalten sich ebenso. Doch erscheinen diese wie eine Ausnahme, denn alle übrigen nehmen mehr oder weniger die auf sie fallenden Wärmestrahlen auf.

Im Allgemeinen gilt die Regel: ein fester Körper nimmt um so mehr Wärmestrahlen auf, je weniger dicht und je dunkler gefärbt er ist, und umgekehrt. Daher saugt z. B. der Kienruß fast alle Wärmestrahlen auf, während blank polirtes Silber oder Eisen dieselben fast vollständig zurückwerfen. Umgiebt man von zwei Thermometern das eine mit weißem, das andere mit schwarzem Zeug, und setzt sie gleichmäßig der Sonne aus, so wird das schwarzumhüllte eine höhere Temperatur anzeigen als das andere. Ebenso schmilzt Schnee schneller, wenn man ein schwarzes Stück Zeug auf denselben legt, als dies unter einem weißen Stoffe geschieht. Es erklärt sich hieraus, warum man im Sommer weiße oder helle und im Winter dunkle Kleider vorzieht.

Aber auch in ihrem Vermögen, Wärme **auszustrahlen**, sind die bezeichneten zwei Gruppen von Körpern einander entgegengesetzt. Dichte Körper besitzen ein nur sehr geringes Strahlungsvermögen, während es bei lockeren viel größer ist. So wird irgend eine heiße Flüssigkeit, wie z. B. Thee oder Kaffee, in einem blanken Metallgefäße viel langsamer erkalten, als in einem irdenen, mit Ruß überzogenen Topfe.

Latente oder gebundene Wärme.

§. 146. Wir haben schon in §. 130 gesehen, daß Wasser, welches bereits zum Siedpunkte erhitzt ist, keine höhere Temperatur annimmt, wenn wir auch fortwährend neue Wärme demselben zuleiten. Es geht alsdann beständig ein Theil der Wärme in den Dampf über, aber das Thermometer zeigt unverändert 100° C. sowohl im Wasser selbst, als auch inmitten des Dampfes. Stellt man Schnee oder Eis, welche genau eine Temperatur von 0° haben, in einem Gefäße auf den Ofen, so zeigt das beim Schmelzen desselben entstehende Wasser ebenfalls 0°. Alle Wärme, die wir in beiden Fällen zuleiten, scheint nur dazu zu dienen, um das feste Wasser in flüssiges zu verwandeln, und beim Sieden das flüssige Wasser in dampfförmiges überzuführen, ohne daß jedoch das durch Schmelzen entstandene Wasser eine höhere Temperatur zeigt als der Schnee, oder der Dampf wärmer erscheint als das siedende Wasser.

Die Körper können also Wärme aufnehmen, ohne daß ihre Temperatur dadurch erhöht wird, aber sie gehen alsdann aus einem dichten Zustand in einen weniger dichten über. Man bezeichnet die so aufgenommene, durch das Gefühl nicht wahrnehmbare Wärme mit dem Namen der **gebundenen** oder **latenten** Wärme. Der bei 100° C. erzeugte Dampf ist demnach Wasser von 100° C. + gebundene Wärme.

Unter allen Umständen, wo ein Körper aus dem dichteren Zustande in einen weniger dichten übergeht, geschieht dies nur, indem er eine gewisse Menge von Wärme aufnimmt oder bindet. Diese Wärme wird der nächsten Umgebung entzogen und dadurch die Temperatur derselben erniedrigt. Gießt man z. B. in heißen Sommertagen Wasser auf den Boden, so verwandelt sich dieses in Dampf, und nimmt dabei eine beträchtliche Menge von Wärme auf, wodurch die Luft merklich abgekühlt wird. Hängt man ein Thermometer mit trockener und eins mit befeuchteter Kugel neben einander, so wird letzteres eine niedrigere Temperatur zeigen, weil das an seiner Oberfläche verdunstende Wasser ihm Wärme entzieht.

§. 147. Beim Uebergang eines gasförmigen Körpers in den flüssigen und aus diesem in den festen Zustand geben jedoch die Körper ihre gebundene Wärme wieder ab. In der Regel findet dies unter Umständen Statt, wo die dabei frei werdende Wärme nicht sehr fühlbar wird. Einige Beispiele lassen dies jedoch in sehr auffallender Weise erkennen. Wie in dem chemischen Theile näher gezeigt wird, ist die beim Uebergießen des gebrannten Kalks entstehende Erhitzung ein Beispiel der Art.

§. 148. Wenn ich gleiche Gewichtsmengen verschiedener Körper, die jedoch ein und dieselbe Temperatur, z. B. die von 0° besitzen, um gleich viel Grade erwärmen will, etwa auf + 1° C., so bedarf ich hierzu sehr verschiedener Mengen von Wärme. Wählen wir zu unserem Versuche Wasser, Terpentinöl, Eisen und Quecksilber, so ergiebt sich, daß die Wärmemengen, welche diese Körper erfordern, um von 0° auf + 1° C. erwärmt zu werden, sich verhalten wie $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{8} : \frac{1}{33}$. Terpentinöl erfordert nur die Hälfte, Eisen den achten und Quecksilber nur den drei und dreißigsten Theil der Wärme, die zu obigen Voraussetzungen das Wasser bedarf. Gesetzt, es befinde sich in dem ersten von zwei ganz gleichen Gefäßen 1 Pfund Wasser, und in dem zweiten 1 Pfund Terpentinöl, beide von gleicher Temperatur. Wenn jede dieser Flüssigkeiten in ein und derselben Zeit um gleich viel Grade erwärmt werden soll, so bedarf ich für das Wasser zwei Flammen von derselben Größe, von welcher ich bei dem Terpentinöl nur eine anzuwenden nöthig habe.

Man nennt die relativen Wärmemengen, welche Körper nöthig haben, um eine gleiche Temperaturerhöhung bei denselben zu bewirken, die specifische Wärme der Körper. Es wird bei deren Vergleichung die des Wassers gleich 1 angenommen

Es läßt sich hieraus folgern, daß ebenso wie jeder Körper eine ihm eigenthümliche Dichte besitzt, ein jeder auch eine eigenthümliche durch das Thermometer nicht nachweisbare Wärmemenge hat, von deren Größe die Fähigkeit, mehr Wärme aufzunehmen, oder die Wärmecapacität desselben abhängig ist.

§. 149. Die Vertheilung der Wärme auf der Oberfläche unserer Erde ist sehr ungleich, denn verschiedene Gegenden derselben besitzen bekanntlich Temperaturen,

die in hohem Grade von einander abweichen. Es wurde erwähnt, daß die Sonne als Hauptquelle der Erdwärme zu betrachten sei. Nicht alle Punkte der Erde werden jedoch auf dieselbe Weise von den Wärmestrahlen der Sonne getroffen, denn während diese in der Gegend des Aequators fast senkrecht auffallen, treffen sie schräg auf die nach den Polen liegenden Gegenden, und zwar um so mehr, je weiter dieselben vom Aequator entfernt sind. Man denke sich ein Bündel paralleler Wärmestrahlen, das aus einer beliebigen Anzahl, z. B. aus 1000 Strahlen bestehen und dessen Querschnitt ein Quadratfuß betragen soll. Wird nun eine Fläche, etwa ein Brett, von ein Quadratfuß Inhalt jenen Wärmestrahlen in der Weise ausgesetzt, daß dieselben senkrecht auffallen, so würden die tausend Wärmestrahlen sämmtlich von der Fläche aufgefangen und deren Erwärmung muß dieser Zahl entsprechen. Neigt man aber die Fläche, so daß die Strahlen mit ihr einen spitzen Winkel bilden, dann wird ein Theil der Wärmestrahlen an der Fläche vorübergehen, ohne sie zu berühren, und dieser Theil ist um so größer, je kleiner jener Winkel wird. Dieselbe Fläche, von weniger Strahlen getroffen, muß daher in entsprechendem Verhältniß weniger erwärmt werden. Durch eine Zeichnung läßt sich das Gesagte leicht versinnlichen. Aus diesem Grunde ist die Temperatur am Aequator höher, als an den übrigen Punkten der Erde, und wir unterscheiden bekanntlich eine heiße Zone oder Tropengegend, die beiden gemäßigten Zonen und die kalten Zonen oder Polargegenden.

Der Unterschied von Sommer und Winter in der gemäßigten Zone beruht nur darauf, daß während des ersteren der Tag länger ist und die Sonnenstrahlen in einer Richtung die Erde erreichen, die mehr der senkrechten sich nähert. Im Winter dagegen, wo die Sonne der Erde um 1 Million Meilen näher ist als im Sommer, fallen ihre Strahlen sehr schräg auf.

§. 150. Unter der mittleren Temperatur eines Tages versteht man die Durchschnittszahl aus den während seiner Dauer beobachteten höchsten und niedrigsten Temperaturen. Zu diesem Ende müßte eigentlich von Stunde zu Stunde oder in noch kürzeren Fristen das Thermometer beobachtet werden. Allein die Erfahrung hat gezeigt, daß man hinreichend genau die mittlere Temperatur eines Tages erhält, wenn man das Thermometer Morgens um 7, Mittags um 12 und Abends um 10 Uhr beobachtet und das Mittel daraus berechnet. Aus der mittleren Temperatur der Tage berechnet man die eines Monats, und die mittlere Temperatur eines Jahres erhält man aus der seiner Monate.

Es ist klar, daß die mittlere Temperatur verschiedener Orte höchst ungleich ist, wovon wir einige Beispiele mittheilen wollen:

Ort.	Breite.	Mittel. Temp. C.°	Ort.	Breite.	Mittel. Temp. C.°
Insel Melville . .	74°	— 18°	Wien	48°	10,1°
St. Bernhard . .	45	— 1	London . . .	51	10,4
Petersburg . . .	59	+ 3	Paris	48	10,8
Königsberg . . .	54	6	Konstantinopel .	41	13
Berlin	52	8	Rom	41	15
München . . .	48	8	Canton . . .	23	21
Frankfurt am Main	50	9	Calcutta . . .	22	28

Wenn hier nun die Mehrzahl der Temperaturen es bestätigt, daß je näher ein Ort dem Aequator, desto höher seine mittlere Temperatur ist, so sehen wir doch auch mehrere Ausnahmen. Es rührt dies daher, daß neben der Lage eines Ortes auch die Beschaffenheit der Erdoberfläche und seine Umgebung von wesentlichem Einfluß auf seine Temperatur ist. So ist unter übrigens gleichen Umständen eine Gegend um so kälter, je höher dieselbe über der Meeresfläche liegt, je mehr sie kalten Luftströmungen ausgesetzt und von großen Wassermassen entfernt ist. Tief gelegene, durch Gebirgszüge vor kalten Winden geschützte Länder, namentlich mit kahler Oberfläche, sind die heißesten. Eine reichliche Bedeckung mit Pflanzen erniedrigt die Temperatur, theils weil diese Nachts sehr stark Wärme ausstrahlen, theils weil bei der durch sie stattfindenden Verdunstung von Wasser sehr viel Wärme gebunden wird.

Große Wassermassen, als Meere, welche, wie bei England, Italien, Südamerika und den kleineren Inseln, einen verhältnißmäßig schmalen Landtheil umgeben, verleihen demselben eine mehr gleichmäßige Temperatur. Denn einestheils nimmt das Wasser einen großen Theil der Wärme zur Dampfbildung in Anspruch, anderentheils strahlt es dieselbe während der Nacht bei weitem weniger stark aus als das Land. In der That ist die Temperatur Englands viel gleichmäßiger als die Deutschlands, und obgleich die mittlere Temperatur beider Länder an vielen Orten dieselbe ist, so findet man doch auf unserem Festlande einen kälteren Winter und einen heißeren Sommer als auf jener Insel. Daher überwintern dort manche Pflanzen im Freien, die bei uns erfrieren würden, wogegen der herrliche Weinstock und selbst die Kirschen und manches andere Obst in England nicht die Reife erlangt, weil dort die Sonnenhitze niemals die geeignete Höhe erreicht.

3) Licht.

»Es freue sich
»Was da athmet im rosigen Licht.«

§. 151. Auch die heiteren Erscheinungen des Lichtes haben verschiedene nächste Ursachen, und wir sprechen in diesem Sinne von verschiedenen Lichtquellen. Als solche betrachten wir: 1) Die Sonne und die Firsterne. 2) Die Wärme, indem alle Gegenstände, sobald sie einem gewissen Wärmegrade ausgesetzt werden, glühend leuchtend erscheinen. Es ist hierbei gleichgültig, ob die Wärme die Folge mechanischer oder chemischer Einwirkung ist. Das Letztere ist übrigens das Gewöhnliche. 3) Die Elektricität. 4) Besitzen sehr viele Thiere aus den niederen Klassen die Eigenschaft, zu leuchten, von welchen die Leuchtkäfer die bekanntesten sind. In geringem Grade findet dieses auch bei einigen Pflanzen Statt, namentlich bei der in Bergwerken öfters vorkommenden Rhizomorpha. 5) Bei dem Faulen von Thierstoffen, namentlich der Fische, und der trocknen Verwe-

sung der Pflanzenstoffe, bei der sogenannten Holzfäulniß findet ein schwaches Leuchten Statt.

Von allen diesen Lichtquellen ist für unsere Betrachtung das Sonnenlicht am wichtigsten. Nächst diesem ist das durch den chemischen Vorgang der Verbrennung erzeugte Licht von wesentlicher Bedeutung.

In allen übrigen Fällen, wo wir Licht von irgend einem Gegenstande verbreitet sehen, rührt dasselbe nicht ursprünglich von demselben her, sondern es ist ihm mitgetheilt worden. Alle Gegenstände sind daher entweder selbstleuchtend oder nichtleuchtend. So ist das Licht des Mondes demselben von der Sonne mitgetheilt, denn er selbst ist, ebenso wie die Erde und überhaupt die meisten Körper, nicht leuchtend.

§. 152. Das Licht tritt so häufig in Gesellschaft mit der Wärme auf, und stimmt in vielen seiner Eigenschaften so auffallend mit derselben überein, daß Viele beide für unzertrennlich, oder vielmehr für Eins und dasselbe in verschiedenem Grade halten. Sie lassen sich jedoch wohl unterscheiden und trennen, denn wir haben sehr lebhafte Lichterscheinungen, wie z. B. an manchem leuchtenden Thiere und am Monde, die von keiner oder nur unmerklicher Wärme begleitet sind, und auf der anderen Seite sehen wir, daß Körper sehr bedeutende Mengen von Wärme ohne Lichterscheinung anzunehmen fähig sind.

§. 153. Das Licht verbreitet sich nur durch Strahlen, die von einem leuchtenden Körper in allen Richtungen ausgehen. Die Geschwindigkeit, mit welcher dies geschieht, ist ungeheuer, indem es in einer Secunde 42,000 Meilen zurücklegt, und daher in 8 Minuten und 13 Secunden von der Sonne zur Erde gelangt.

Die Lichtstrahlen zeigen, indem sie auf Gegenstände treffen, ein ähnliches Verhalten wie die Schall- und Wärmestrahlen, nur sind die sinnlichen Erscheinungen natürlich ganz andere. Wir bemerken wesentlich drei Fälle:

1) Die Lichtstrahlen werden von dem Körper, auf den sie treffen, mehr oder weniger vollständig aufgenommen oder absorbirt.
2) Die Lichtstrahlen werden zurückgeworfen, reflectirt.
3) Die Lichtstrahlen gehen durch die Körper hindurch.

§. 154. Wenn ein Körper alle auf ihn fallenden Lichtstrahlen aufnimmt, so verschwinden dieselben für unsere Sinne vollständig, und es erscheint uns ein solcher Körper alsdann vollkommen schwarz. Derselbe nimmt nicht etwa wie bei der Wärme durch längeres Bestrahlen Licht in der Art in sich auf, daß er es irgend wie weiter zu verbreiten im Stande wäre. Es entsteht daher auch auf der den Lichtstrahlen abgewendeten Seite jenes Körpers Lichtmangel oder Schatten. Von allen Körpern ist der Kienruß derjenige, welcher das Licht am vollkommensten aufnimmt.

Bei weitem die Mehrzahl der Körper wirft das Licht theilweise zurück, und nimmt einen anderen Theil desselben in sich auf. Die dichten Körper, besonders die blanken Metalle, werfen das Licht am vollkommensten zurück. Diese Eigenschaft nimmt bei den übrigen Körpern ab, in dem Maaße, als sie



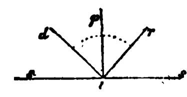
weniger dicht sind und lockerer werden. Auch hinter den Körpern, welche das Licht zurückwerfen, entsteht Lichtmangel oder Schatten.

Nur dadurch, daß die Körper die Lichtstrahlen zurückwerfen, sind diese Gegenstände überhaupt sichtbar, und es ist für das Verständniß aller Erscheinungen des Sehens höchst wichtig, stets sich der Vorstellung recht bewußt zu sein, daß von jedem nur sichtbaren Punkte eines jeden Gegenstandes Lichtstrahlen nach allen Richtungen ausgehen, und indem einer derselben in das Auge des Beobachters gelangt, diesem sichtbar wird.

§. 155. Körper, welche die Lichtstrahlen möglichst vollständig und regelmäßig zurückwerfen, heißen Spiegel Abgesehen von dem Stoffe, aus dem sie gefertigt sind, unterscheiden wir: 1) ebene oder gewöhnliche Spiegel. 2) Hohle oder concave Spiegel. 3) Erhabene oder convexe Spiegel.

Ein ebener Spiegel *ss'*, Fig. 105, wirft alle Strahlen, die ihn treffen, so zurück, daß der einfallende Strahl *ri* denselben Winkel mit dem Einfall-Loth *pi* macht, wie der reflectirte Strahl *id*, woraus denn folgt, daß die Strahlen vom Spiegel so auseinandergehen (divergiren), als ob sie von einem Punkte kämen, der eben so weit hinter dem Spiegel liegt, als der leuchtende Punkt vor ihm ist. Daher erscheint denn überhaupt das Spiegelbild so weit hinter der Spiegelfläche, als der Gegenstand vor derselben sich befindet. Auch ist das Bild im Spiegel in der Hinsicht verkehrt, daß die linke Seite des Gegenstandes zur rechten geworden ist, und umgekehrt.

Fig. 105.



§. 156. Der Spiegel besteht aus einer Glasscheibe mit zwei möglichst ebenen und parallelen Flächen, deren eine mit einer Auflösung von Zinn in Quecksilber überzogen oder, wie man sagt, belegt ist.

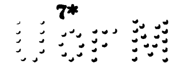
Spiegel, deren Flächen nicht parallel sind, die ferner uneben oder von unreiner Glasmasse sind, geben verzerrte Bilder und sind daher unbrauchbar.

Werden zwei Spiegel parallel einander gegenüber gestellt, so spiegelt sich das Bild des einen im anderen, und man erhält eine unendliche Anzahl von Bildern. Stellt man die Spiegel jedoch so, daß sie einen Winkel mit einander bilden, so vermindert sich die Anzahl der gegenseitigen Abspiegelungen, und zwar um so mehr, je größer der von den Spiegeln gebildete Winkel wird.

Die Einrichtung des Kaleidoskops beruht einfach auf der Vervielfältigung eines Bildes durch zwei gegen einander geneigte Spiegel.

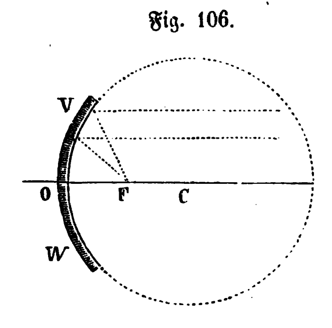
Außer dem gewöhnlichen Dienste des Spiegels, der ihn allerdings für Viele zu einem unentbehrlichen Möbel macht, findet er noch bei mehreren optischen Instrumenten Anwendung.

§. 157 Einen Hohlspiegel haben wir vor uns, wenn wir in einen blanken Suppenlöffel oder in die Blendung einer Laterne sehen. Auch findet man auf der einen Seite der runden Rasirspiegel meistens einen Hohlspiegel oder, wie man wohl auch sagt, einen Vergrößerungsspiegel.



Die wichtigen Anwendungen des Hohlspiegels erfordern, daß wir uns genauer mit seinen Eigenschaften bekannt machen.

Fig. 106.



Wir können uns vorstellen, jeder Hohlspiegel sei wie VW, Fig. 106, ein Abschnitt von einer hohlen Kugel. Man nennt daher den Mittelpunkt C und den Halbmesser OC jener Kugel den geometrischen Mittelpunkt und den Halbmesser des Hohlspiegels. Der in der Mitte des Halbmessers liegende Punkt F heißt Brennpunkt oder Focus, und die durch den Mittelpunkt C und den Brennpunkt F des Spiegels gelegte Linie ist dessen optische Axe. Der Punkt O des Spiegels, den sie bei ihrer Verlängerung trifft, wird das optische Centrum genannt.

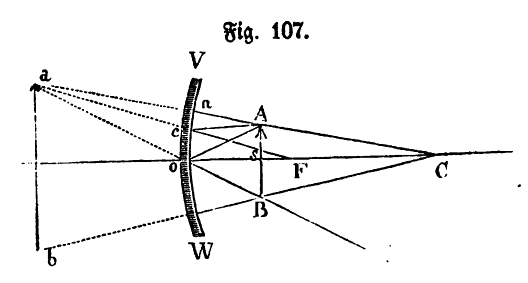
Alle senkrecht auf den Hohlspiegel fallenden Lichtstrahlen werden in derselben Richtung wieder zurückgeworfen, so daß sie durch den Mittelpunkt C gehen. Sämmtliche, mit der optischen Axe parallel laufenden Strahlen werden von dem Spiegel nach dem Brennpunkt F zurückgeworfen und erscheinen dort gesammelt. (Vergl. §. 144.)

§. 158. Nähert man dem Hohlspiegel irgend einen Gegenstand, so giebt er uns verschiedene Bilder, je nachdem ihm derselbe näher oder ferner gebracht worden ist. Befindet sich der Gegenstand, z. B. ein Pfeil, zwischen dem Brennpunkt und dem Spiegel, so erhält man ein vergrößertes Bild desselben, welches jedoch, ähnlich wie beim ebenen Spiegel, hinter der Spiegelfläche zu liegen scheint.

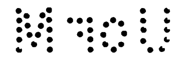
Stellt man dagegen den Pfeil zwischen dem Brennpunkt und geometrischen Mittelpunkt des Spiegels auf, so erhält man ebenfalls ein vergrößertes Bild, welches aber vor dem Spiegel erscheint.

Versuchen wir mit Hülfe der Fig. 107 diese Erscheinung näher zu verfolgen.

Fig. 107.



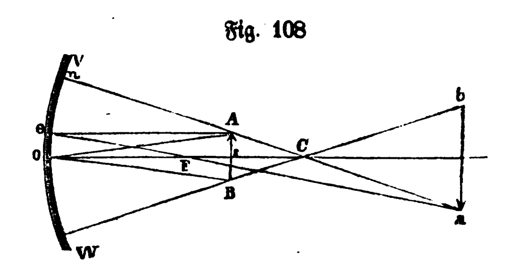
Es gehe von dem Gegenstand AB der Strahl An senkrecht auf den Spiegel, so wird er in der Richtung nAC zurückgeworfen; der mit der Spie-



gelare parallel gehende Strahl Ae wird nach dem Brennpunkt F zurückgeworfen. Beide zurückgeworfenen Strahlen treffen vor dem Spiegel niemals zusammen. Denkt man sich dagegen ihre Richtung hinter dem Spiegel verlängert, so schneiden sie sich in dem Punkte a, und dort erscheint jetzt dem Auge A zu liegen. Ebenso bestimmt sich die Lage aller übrigen von AB ausgehenden Lichtstrahlen, wodurch denn das vergrößerte hinter dem Spiegel liegende Bild ab erscheint.

Bei Fig. 108, wo der Pfeil zwischen dem Brennpunkt F und dem Mittelpunkt des Spiegels C aufgestellt ist, wird der hier senkrecht auffallende Strahl An

Fig. 108



in derselben Richtung zurückgeworfen. Dagegen wird der mit der Spiegelare parallele Strahl Ae nach dem Brennpunkte F zurückgesendet. Der Punkt A des Bildes von AB muß also da erscheinen, wo die Verlängerungen jener beiden zurückgeworfenen Strahlen sich schneiden, was, wie die Fig. 108 zeigt, bei a der Fall ist. Dasselbe läßt sich an allen übrigen Punkten des Gegenstandes nachweisen, und wir erhalten so das vergrößerte, aber umgekehrte Bild vor dem Spiegel in der Luft.

Leicht läßt sich zeigen, daß das Bild wirklich in der Luft sich befindet, denn man darf nur ein Blatt weißen Papiers an die Stelle von ab bringen, so wird dieses die Lichtstrahlen auffangen, und so auf demselben deutlich das Bild erscheinen.

§. 159. Der Hohlspiegel findet eine sehr wichtige Anwendung zu Fernröhren, die daher Spiegelteleskope heißen und außerordentliche Vergrößerungen bewirken, wie namentlich Herschel's berühmtes Riesenteleskop, das 5 Fuß im Durchmesser hat (s. Schluß d. Astron.). Sie sind jedoch in neuerer Zeit mehr außer Gebrauch gekommen, da ihre Aufstellung und Handhabung mit großen Umständen verknüpft ist. Daß der Hohlspiegel als Brennspiegel dienen kann, ist bereits bei der Wärme erwähnt worden. Aber er ist auch ein vortreffliches Mittel zur Lichtverstärkung, denn alle Lichtstrahlen eines innerhalb seines Brennpunktes aufgestellten Lichtes wirft er in paralleler Richtung zurück, weshalb er bei Laternen, Zauberlaternen und Leuchtthürmen angewendet wird.

§. 160. Der erhabene Spiegel bietet weniger Interesse dar. Er heißt auch

Zerstreuungsspiegel, weil alle auf ihn fallenden Lichtstrahlen von ihm in auseinandergehender Richtung zurückgeworfen werden. Er giebt verkleinerte Bilder der Gegenstände, wie man an blank polirten erhabenen Metallknöpfen und an den Glaskugeln sehen kann, die man nicht selten an Punkten mit schöner Aussicht aufgestellt antrifft.

Brechung des Lichts.

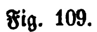
§. 161. Wir haben in §. 153 gesagt, daß es Körper giebt, welche den Lichtstrahlen den Durchgang durch ihre Masse gestatten. Solche Körper sind z. B. die Luft, das Wasser, das Glas, überhaupt solche, die man durchsichtig nennt. Nicht alle Körper besitzen bekanntlich diese Eigenschaft in gleichem Maaße. Es giebt halbdurchsichtige und durchscheinende Körper, und endlich solche, die es nur dann sind, wenn ihre Masse eine sehr geringe Ausdehnung hat. So ist selbst das dichte Gold, in ganz dünne Blättchen geschlagen, durchscheinend. Für die Lehre vom Lichte sind jedoch nur die vollkommen durchsichtigen Körper zunächst von Wichtigkeit.

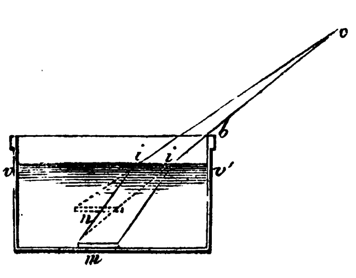
So lange die Lichtstrahlen in einer gleichartigen Materie, z. B. in der Luft sich fortbewegen, ist ihre Richtung vollkommen geradlinig und unverändert. Trifft ein Lichtstrahl aber auf eine durchsichtige Materie von größerer oder geringerer Dichte, so setzt er seine Bewegung nicht in der seitherigen Richtung fort, sondern in einer anderen, die mit jener einen größeren oder kleineren Winkel macht.

Man sagt in diesem Falle: »der Lichtstrahl wird gebrochen oder refrangirt«, und nennt den Winkel, der die Größe der Brechung bezeichnet, Brechungswinkel.

Die gewöhnlichen Brechungserscheinungen kommen vor, wenn Licht aus dem Weltraum in die dichtere Atmosphäre der Erde gelangt, ferner wenn es aus der Luft durch Wasser oder Glas geht.

Jedermann kennt die Erscheinung, daß ein gerader Stock von dem Punkte an, wo er in Wasser getaucht ist, gebrochen erscheint. Es rührt dies daher, daß die Lichtstrahlen, die er nach dem Auge sendet, bei ihrem Austritt aus dem Wasser eine Ablenkung erleiden. So könnten wir z. B. den in dem Gefäße vv' (Fig. 109) liegenden Gegenstand m nicht sehen, wenn dasselbe leer ist, und das Auge bei o sich befindet. Gießt man aber Wasser in das Gefäß, so werden die von m nach ii gehenden Lichtstrahlen bei ihrem Austritt aus dem Wasser gebrochen, und es scheint dem Auge jetzt, als ob der Gegenstand bei n also bedeutend höher liege. Da-


Fig. 109.



her scheinen überhaupt im Wasser befindliche Gegenstände, Fische zc. der Oberfläche desselben näher, als es wirklich der Fall ist.

§. 162. Läßt man einen Lichtstrahl durch einen Gegenstand gehen, der nur geringe Dicke und parallele Flächen hat, so erleidet er eine kaum merkliche Veränderung. Ein Beispiel der Art bieten unsere Fensterscheiben, durch welche uns die Gegenstände an derselben Stelle erscheinen, an der sie sich wirklich befinden.

Wesentlich verschieden verhält es sich dagegen, wenn die Flächen des Körpers, der dem Lichte den Durchgang gestattet, nicht parallel sind.

Zu Versuchen der Art wendet man immer Glas an, und zwar solches mit gekrümmten Flächen. Man nennt solche Gläser im Allgemeinen Linsen, weil sie zum Theil eine diesem Namen entsprechende Form haben. Sie sind wichtig, weil sie zur Zusammensetzung der Fernröhre und starken Vergrößerungswerkzeuge dienen.

§. 163. Aehnlich wie bei den Spiegeln unterscheidet man Linsen, welche die Lichtstrahlen sammeln, und solche, die sie zerstreuen.

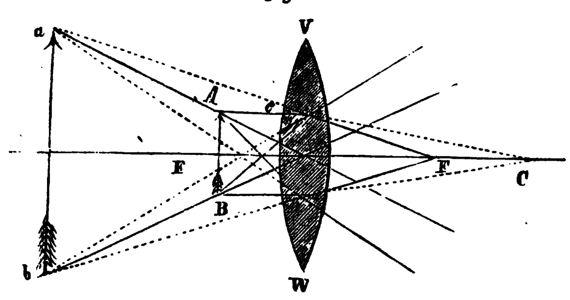
Die Sammelgläser sind immer in der Mitte am dicksten, und werden eigentliche Linsen oder doppelt convexe, d. i. erhabene Gläser genannt. Auch hier finden wir einen Brennpunkt, geometrischen Mittelpunkt und eine Axe, wie bei dem Sammelspiegel, und je nach der Stellung des Gegenstandes erhält man ein Bild desselben in verschiedener Weise. Ihren Namen haben sie von der Eigenschaft, daß jeder durch den Mittelpunkt derselben gehende Strahl unverändert bleibt, während alle mit der Axe parallel laufende Strahlen durch das Glas so gebrochen werden, daß sie sich außerhalb desselben in einem Punkte vereinigen.

Der Brennpunkt einer Linse ist leicht zu finden, indem man Sonnenstrahlen möglichst senkrecht auf die eine Seite derselben fallen läßt und auf die andere ein Blatt Papier hält. Auf diesem wird man nun einen hellen Lichtring sehen, der sich vergrößert oder verkleinert, je nach der Entfernung, in welche man das Papier bringt. Hält man dieses nun so, daß der Lichtring sich fast zu einem Punkt von blendendem Licht verkleinert hat, so befindet es sich in dem Brennpunkte des Glases. An dieser Stelle sind auch die mit dem Lichte auffallenden Wärmestrahlen vereinigt, weshalb dort eine höhere Temperatur fühlbar wird, die leicht hinreicht, Körper zu entzünden. Deshalb wird die Sammellinse auch Brennglas genannt.

Sehen wir nun, welche Erscheinung diese gekrümmten Gläser außerdem noch hervorrufen. In Fig. 110 (auf folg. Seite) haben wir eine Linse VW und den Gegenstand AB, der zwischen dem Glase und dessen Brennpunkt F sich befindet.

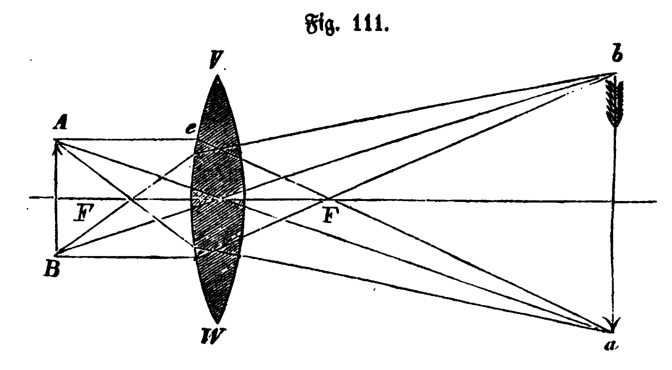
Der von dem Punkte A ausgehende Lichtstrahl Ae wird nun so gebrochen, daß er dem auf der anderen Seite der Linse befindlichen Auge von a zu kommen scheint. Aehnlich verhält es sich mit dem Punkte B, so daß wir ein Bild erhalten, welches den Gegenstand vergrößert und mit diesem auf einerlei Seite liegt.

Fig. 110.



Befindet sich dagegen, wie in Fig. 111, der Gegenstand etwas über den Brennpunkt hinausgerückt, so erhält man auf der andern Seite des Glases ein vergrößertes aber umgekehrtes Lichtbild, welches auf Papier aufgefangen werden

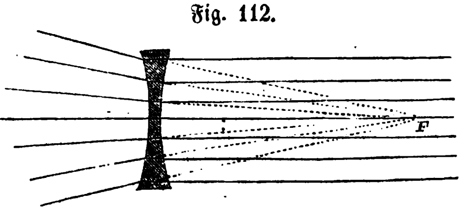
Fig. 111.



kann. Von entfernten Gegenständen giebt die Sammellinse ein verkleinertes, umgekehrtes Bild.

§. 164. Die vertiefte oder Concav-Linse wird auch Hohlglas genannt, da sie auf beiden Seiten kugelförmig ausgehöhlt ist (Fig. 112). Ihre Eigenschaften sind wesentlich verschieden von denen der erhabenen Linse, denn alle parallel mit ihrer Axe laufenden Lichtstrahlen werden so gebrochen, daß sie bei dem Austritt auseinandergehen (divergiren), als ob sie von dem Punkte *F* herkämen.

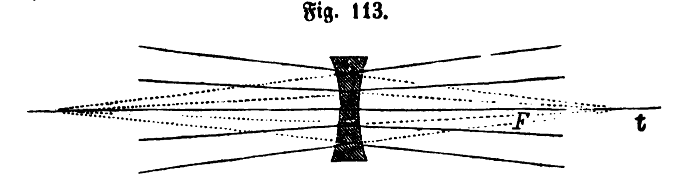
Fig. 112.



Treffen zusammenlaufende (convergirende) Lichtstrahlen auf die vertiefte Linse, so treten sie entweder in paralleler Richtung, Fig. 112, aus, oder

wenn sie nur in geringem Grade convergirten, wie bei Fig. 113, so divergiren sie nach ihrem Austritt.

Fig. 113.



Wegen dieser Eigenschaften werden die vertieften Gläser auch Zerstreuungsgläser genannt.

§. 165. Die im Vorhergehenden beschriebenen Eigenschaften verleihen den geschliffenen Gläsern eine außerordentlich große Wichtigkeit. So ist die Sammellinse einzeln für sich genommen das Vergrößerungsglas in der einfachsten Form. Sie heißt alsdann wohl auch Lupe, und wird bei den feineren Arbeiten von Uhrmachern, Formschneidern, Kupferstechern u. a. m. benutzt. Außerdem ist sie dem Botaniker und Anatomen ein unentbehrliches Werkzeug. Durch geeignete Vereinigungen mehrerer Linsen hat man jedoch zusammengesetzte Lupen oder Mikroskope darzustellen gelernt, welche ein 100- bis 1000fach vergrößertes Bild des durch sie betrachteten Gegenstandes gewähren. Mit Hülfe derselben war man im Stande, ganze Welten kleiner Thiere zu entdecken, von deren Vorhandensein man vorher keine Ahnung hatte, und über den Bau der Pflanzen und größeren Thiere erhielt man die wichtigsten Aufschlüsse.

Aber nicht allein für die Nähe wurde durch diese Gläser der Blick des Menschen geschärft, sondern auch die Ferne, die ungeheuren Räume des Himmels wurden ihm erschlossen und ferne Welten ihm nahe gerückt. Die hierzu dienenden Instrumente heißen Fernröhre oder Teleskope, und das Wesentliche ihrer Einrichtung besteht darin, daß die von einem entfernten Gegenstande ausgehenden Lichtstrahlen durch eine möglichst große Linse (Objectivglas genannt) oder einen großen Sammelspiegel (siehe §. 157) aufgefangen, und das dadurch erhaltene Bild durch ein zweites Glas (Ocular) nochmals vergrößert wird.

Solchen Fernröhren allein verdanken wir unsere Kenntnisse von der wunderbar gestalteten Oberfläche des Mondes, von den Trabanten des Jupiters, dem Ringe des Saturn und vieles andere der Astronomie Angehörige. Aber auch auf der Erde ist für den Ingenieur, Feldmesser, Seefahrer, Feldherrn u. s. w. das Fernrohr unentbehrlich.

Endlich machen wir noch besondere Anwendungen von der durch die Linse, wie in Fig. 111, gegebenen Luftbildern. Wird ein solches Bild in einem dunkeln Raum (Camera obscura) auf weißer Fläche aufgefangen, so läßt es sich mit einem Zeichnenstift nachziehen. Wenn der Gegenstand durch eine Sammellinse sehr stark beleuchtet ist, so kann er außerordentlich vergrößert an einer

[illegible] wie dies bei der Zauberlaterne, ganz be[illegible] ist.

[illegible] wurde zuerst in Holland geübt. [illegible] zu Brillen, bis gegen Ende des [illegible] erfand. Die Erfindung des [illegible] Instrumente sind seitdem je[illegible] namentlich durch Keppler, [illegible]

[illegible]

[illegible] jedes einzelnen Theiles [illegible] ist. Dasselbe ist in der [illegible] Apparat, den man am [illegible] aufmerksam betrachtet. Na[illegible] aus gallertartiger Sub[illegible], und zeigen, daß sie [illegible] Sammellinse.

[illegible] als eine von Häuten [illegible] ausgekleidete Kammer (Camera [obscura]), die mit einer vollkommen durchsichtigen, gallertigen Substanz angefüllt ist, welche Glaskörper heißt.

Der vordere Theil der das Auge umschließenden Haut, die sogenannte Hornhaut, ist durchsichtig, etwas gewölbt und bildet die mit wasser[illegible] Augenkammer *b*. Durch eine kleine [illegible] heißt, gelangen nun Lichtstrahlen von den [illegible] z. B. von *ll'*, in's Auge. Diese Lichtstrahlen [illegible] eine Brechung, so daß auf der hinteren [illegible] Wand *m'm* des Auges ein Bild des Gegenstan[illegible] zum Bewußtsein gebracht wird.

[illegible] ausgehenden Lichtstrahlen werden schon in der [illegible] gewölbten vorderen Augenkammer *b* ge[illegible], wodurch zwischen *m'm* ein ver[illegible] Gegenstandes entsteht.

[illegible] sich an einem Ochsenauge zeigen, wenn [illegible] hinwegnimmt, so daß sie dünn [illegible] die Pupille dieses Auges einen [illegible] so sieht man deutlich ein kleines Bild[illegible] Wand des Auges.

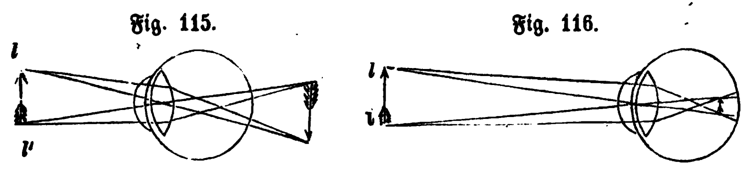
Erklärlich ist es hiernach, daß wir von alle dem Auge dargebotenen Gegenständen auf der Netzhaut umgekehrte Bilder erhalten, so daß wir z. B. in Fig. 114 den Punkt *l* bei *m* und den Punkt *l'* bei *m'* sehen und bei dem Versuche mit dem Ochsenauge auf dessen Netzhaut das kleine Bild des Lichtes umgekehrt erblicken.

Allein da wir von Jugend auf mit dem Sinne des Gesichts und Gefühls zugleich beobachten, so wird die Wahrnehmung des Auges durch das Gefühl sogleich berichtigt.

Daß wir in der That erst durch Betasten und Bewegung unseres Körpers von einem Orte zum andern die richtige Vorstellung von der Lage der Gegenstände und ihrer Entfernung erhalten, beweisen Kinder und Blindgeborene, die erst später das Sehvermögen erhalten, auf's klarste.

§. 167. Jedermann, der in einem Buche liest, hält dieses in einer gewissen Entfernung vom Auge, in welcher die Buchstaben am deutlichsten erscheinen. Man nennt diese Entfernung die Sehweite, und sie beträgt gewöhnlich 8 bis 10 Zoll beim ganz gesunden Auge. In dieser Lage fällt von jedem einzelnen Buchstaben ein scharfes Bild genau auf die Netzhaut, da, wie dies bei Fig. 114 der Fall ist, die von einem jeden Punkte des Gegenstandes *ll'* ausgehenden Lichtstrahlen in dem Auge so gebrochen werden, daß sie in einem Punkte auf der Netzhaut sich wieder vereinigen und dort ein deutliches Bild erzeugen. Es behalte das Auge genau die in Fig. 114 dargestellte Einrichtung bei, und wir bringen jetzt den Gegenstand dem Auge näher, so gehen die von einem Punkte desselben entsendeten Lichtstrahlen so stark auseinander, daß sie im Auge nicht hinreichend gebrochen werden, um das Bild genau auf die Netzhaut zu werfen. Es fällt vielmehr hinter dieselbe, und auf der Netzhaut entsteht ein undeutliches Bild (Fig. 115). Entferne ich *ll'* weiter vom Auge, als die Sehweite

Fig. 115. Fig. 116.



beträgt, so gehen die von ihm kommenden Lichtstrahlen so stark zusammen, daß ihre Vereinigung schon vor der Netzhaut stattfindet, uud mithin auf dieser ebenfalls kein deutliches Bild entsteht (Fig. 116).

Demnach müssen wir also jeden Gegenstand, der dem Auge weiter oder näher ist, als die Sehweite beträgt, undeutlich sehen. Dies ist jedoch beim gesunden Auge nicht der Fall. Es sieht vielmehr jeden in die Ferne gerückten Gegenstand mit vollkommener Deutlichkeit, und auch die näher gerückten bis zu einer gewissen Gränze. Es beruht dies darauf, daß die lichtbrechenden Theile des inneren Auges, also die vordere Augenkammer und die Krystalllinse, nicht unveränderlich sind, sondern je nach dem Bedürfnisse zum Sehen in die Ferne und in die Nähe eingerichtet werden können. Wenn in der That bei Betrachtung

eines nahen Gegenstandes die vordere Augenkammer sich stärker wölbt, so erlangt sie ein größeres Brechungsvermögen, und das Bild kann dadurch auf die Netzhaut gebracht werden. Beim Sehen in die Ferne verflacht sich dieselbe und vermindert dadurch die Vereinigung der Strahlen vor der Netzhaut.

Man nennt dieses Vermögen des Auges, sich für das Fern- und Nahesehen einzurichten, die Anpassungsfähigkeit oder Accommodation.

Nicht jedes Auge besitzt aber das Vermögen, sich der Entfernung der Gegenstände anzupassen. Ein Auge, das häufig und anhaltend ganz nahe Gegenstände ansieht, erlangt, namentlich in der Jugend, sehr bald eine bleibende stärkere Wölbung der vorderen Augenkammer und verliert dadurch die Fähigkeit, sich für entfernte Gegenstände einzurichten. Es erhält von diesen nur undeutliche Bilder und wird darum kurzsichtig genannt. Fernsichtig ist das Auge, wenn es unfähig ist, sich für das deutliche Sehen solcher Gegenstände anzupassen, die ihm näher gerückt werden als die gewöhnliche Sehweite von 8 bis 10 Zoll beträgt.

Der Fehler des Kurzsichtigen beruht also darauf, daß sein Auge die Lichtstrahlen zu stark bricht, während dies beim Fernsichtigen nicht hinreichend stark der Fall ist. Beiden Mängeln kann künstlich abgeholfen werden, indem wir ja in den gläsernen Linsen Mittel besitzen, die von irgend einem Gegenstande kommenden Lichtstrahlen entweder durch eine Sammellinse mehr zu vereinigen, oder durch eine Zerstreuungslinse etwas stärker auseinandergehend zu machen.

§. 168. Die Brillen sind folglich nichts anderes als solche Hülfsmittel zur Herstellung einer richtigen Lichtbrechung, so daß ein scharfes Bild auf die Netzhaut gelangt, und wir müssen zu diesem Zweck dem Fernsichtigen eine Brille mit erhabenen oder Sammellinsen und dem Kurzsichtigen vertiefte oder Zerstreuungsgläser geben.

In Fig. 117 haben wir ein fernsichtiges und in Fig. 118 ein kurzsichtiges Auge, die beide von dem Gegenstande ll' kein scharfes Bild erhalten, da dessen

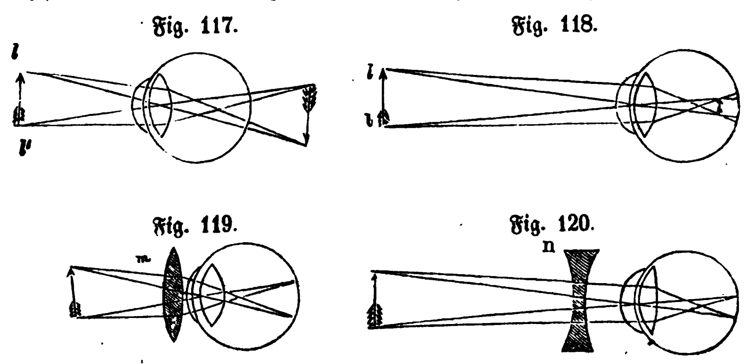


Fig. 117. Fig. 118. Fig. 119. Fig. 120.

Bild bei dem ersten hinter die Netzhaut fällt und bei letzterem vor dieselbe. Bewaffnen wir jedoch dieselben Augen mit den geeigneten Brillengläsern m und n

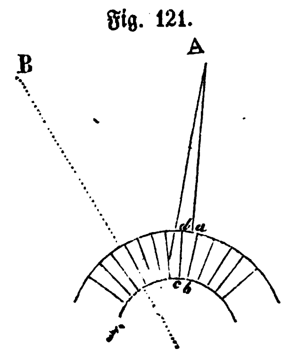
(Fig. 119 u. 120), so bewirkt die erhabene Linse eine stärkere, die vertiefte eine schwächere Brechung der Lichtstrahlen, so daß die von einem Punkte, *l*, ausgehenden Strahlen genau auf der Netzhaut sich wieder vereinigen und so ein scharfes Bild des Gegenstandes auf derselben entsteht.

Es versteht sich von selbst, daß für die verschiedenen Grade der Kurz- und Fernsichtigkeit auch die Brillen von verschiedener entsprechender Beschaffenheit sein müssen.

Die Erblindung kann durch Lähmung des Sehnervs entstehen, und man bezeichnet dieses unheilbare Uebel als den sogenannten schwarzen Staar. Oefter findet man jedoch den grauen Staar, oder vielmehr das Trüb- und Undurchsichtigwerden der Linse des Auges, als Ursache von dessen Erblindung. Eine Heilung ist in diesem Falle dadurch möglich, daß eine geübte und sichere Hand mit einem spitzen und scharfen Instrument die Häute des Auges an einem Punkte durchsticht und die trübe Linse entweder durch die Pupille herauszieht oder dieselbe in die Tiefe drückt, so daß jetzt Licht durch die Pupille in die Augenkammer gelangen kann. Damit aber die zerstreut einfallenden Lichtstrahlen gebrochen und vereinigt auf die Netzhaut geworfen werden, erhält das operirte Auge eine Brille mit sehr stark brechenden Sammellinsen.

Die Augen der vollkommneren Thiere, nämlich der Säugethiere, Vögel, Lurche und Fische stimmen im Wesentlichen ihres Baues mit dem oben beschriebenen des menschlichen überein. Die unvollkommneren Thiere entbehren entweder der Augen gänzlich, oder ihre Augen haben eine besondere Einrichtung (siehe Fig. 121). Auf der halbkugelförmigen Netzhaut, *fg*, stehen eine große Anzahl kleiner hohler Kegel, wie *a b c d*, durch welche von den verschiedenen Punkten eines Gegenstandes Lichtstrahlen auf die Netzhaut fallen. Diese Thiere können nur nahe Gegenstände sehen, welche ihnen ungefähr so erscheinen wie uns, wenn wir durch ein Drahtgitter sehen. Jeder kleine Kegel ist oben mit einer durchsichtigen Haut überzogen, wodurch ein solches Auge eine von vielen kleinen Flächen begränzte Halbkugel darstellt, deren Anzahl 12 bis 20,000 beträgt. Alle Insekten, wie z. B. unsere Stubenfliegen, haben solche Augen. Manche haben jedoch neben den Flächen-Augen noch Linsen-Augen, was z. B. bei den Spinnen der Fall ist.

Fig. 121.



§. 169. Unter gewissen Umständen sind in der Natur selbst Bedingungen erfüllt, welche eine merkwürdige Spiegelung der Gegenstände zur Folge haben, die wohl auch unter dem Namen Luftbilder, Fata morgana oder Mirage beschrieben werden.

Zu dieser Erscheinung sind große Ebenen erforderlich, über welchen eine außerordentlich ruhige Luftschicht sich befindet, so daß die nach Sonnenaufgang er-

[illegible] mit den
[illegible] die zu solchen
[illegible] ist, zwei Bil-
[illegible]

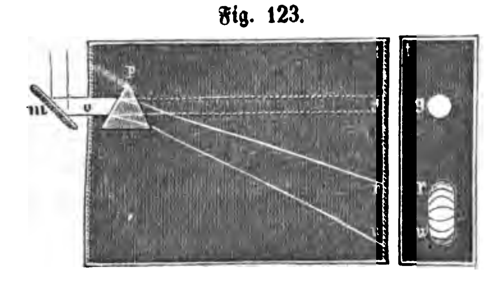
[illegible] man eine Reihe von
[illegible] die sich in einem See
[illegible]
[illegible] solche Luftbilder in den
[illegible] schmerzlichsten Täuschun-
[illegible] Gewässer vor sich
[illegible]
[illegible] die auch über
[illegible] werden.
[illegible] Nebenmonde
[illegible] durch sehr dünne
[illegible] Auch hier hält
[illegible] die Ursachen der

[illegible]

[illegible] durch
[illegible] dunkles Zim-
[illegible] weißen,
[illegible] dreikantiges Stück

Glas, ein sogenanntes Prisma, wovon p den Durchschnitt zeigt, so wird der Lichtstrahl nicht nur bedeutend von seinem Wege abgelenkt, sondern wir erhalten zwischen r und u ein längliches Lichtbild, welches wunderbarer Weise aus herrlichen Farben besteht, indem unten bei u ein violetter Streif sich zeigt, auf welchen indigoblau, blau, grün, gelb, orange und endlich roth folgen. Es sind dies dieselben Farben in gleicher Reihe, wie die des Regenbogens, weshalb sie auch die prismatischen oder Regenbogenfarben heißen.

Fig. 123.



Der weiße Lichtstrahl der Sonne wird also von dem Prisma nicht nur gebrochen, sondern er wird dabei in sieben leuchtende Strahlen von verschiedener Farbe zerlegt. Wir nennen daher auch den weißen Strahl zusammengesetztes oder gemischtes Licht, weil es aus den sieben einfachen Lichtstrahlen gebildet wird. Die Möglichkeit der Zerlegung des Lichtes überhaupt beruht darauf, daß seine Bestandtheile in verschiedenem Grade brechbar sind. Denn betrachten wir nur das Farbenbild Fig. 123, so sehen wir, daß das rothe Licht näher bei dem, ohne Brechung entstehenden weißen Bilde liegt, als das violette. Jenes ist also am wenigsten, dieses am stärksten brechbar. Die verschiedene Brechbarkeit hat aber ihren Grund darin, daß die Lichtwellen der einfachen Strahlen ungleiche Länge haben, ähnlich wie die Verschiedenheit der Töne auf der Ungleichheit der Tonwellen beruht.

Fängt man die vom Prisma ausgehenden sieben farbigen Strahlen mittels einer Sammellinse auf, so werden sie in deren Brennpunkt wieder zu weißem Licht vereinigt. Ja, dieser Versuch läßt sich auch in der Art anstellen, daß man die Kreisfläche eines Kreisels mit gleich großen Ausschnitten von farbigem Papier beklebt, deren Farben möglichst den prismatischen gleichen. Wird dieser Kreisel in Bewegung gesetzt, so werden im Auge die Eindrücke jener Farben vermischt, und die bunte Oberfläche des Kreisels erscheint weiß.

Weiße Körper sind daher solche, welche alle Lichtstrahlen in ihrer ursprünglichen Mischung zurückwerfen, während schwarze dieselben aufnehmen. Aber kaum giebt es einen Körper, bei dem das Eine oder Andere je vollkommen stattfindet. Daher entstehen die Mittelstufen von Weiß durch Grau in's Schwarze.

Aber es giebt auch Körper, deren Theilchen eine besondere Anordnung haben, vermöge welcher nur die Schwingungen gewisser Lichtwellen vollkommen aufgehoben werden, während einzelne Lichtwellen ungeändert zurückgeworfen werden. Ein rother Körper z. B. vernichtet alle farbigen Lichtstrahlen des auf

ihn fallenden gemischten Lichtes und wirft nur das Roth zurück. Ebenso erklären wir alle übrigen Farben der Körper, wie Blau, Grün, Gelb u. s. w.

§. 171. Manche Körper erscheinen nur dann gefärbt, wenn man durch größere Massen derselben blickt. Dieses ist z. B. beim Glase und bei dem Eise der Fall, die in dünnen Schichten farblos, in dickeren blau oder grün aussehen. Auch die Luft in einer Schicht von der Höhe der Atmosphäre betrachtet, hat eine schöne, blaue Farbe. Wäre sie nicht vorhanden, so würde der Himmelsraum schwarz erscheinen. In der That erscheint auf sehr hohen Bergen der Himmel tief dunkelblau, weil über denselben durch die weniger hohe und dichte Luftschicht das Schwarz des Weltraums dringt. Auch in der Ebene erscheint gerade über unseren Häuptern die Luft dunkler blau als an dem Horizont, weil wir, nach letzterem blickend, durch eine Luftschicht von größerer Ausdehnung sehen, als die über uns befindliche ist. Entfernte Berge erhalten ihre blaue Farbe durch die beträchtliche Luftschicht, welche zwischen denselben und unserem Auge sich befindet.

Die rothe und gelbe Farbe des Himmels, die wir mit dem Namen Abend- und Morgenroth bezeichnen, wird dem in der Luft befindlichen Wasserdampfe zugeschrieben, der, namentlich wenn er aus der Nebel- in die eigentliche Dampfform übergeht, die Eigenschaft hat, nur dem rothen und gelben Lichte den Durchgang zu gestatten. Ein solcher Uebergang fällt aber in jene Tageszeiten, welche die Namen bezeichnen.

Der Regenbogen.

§. 172. Der Regenbogen ist eine durch seine Farbenpracht so ausgezeichnete Natur-Erscheinung, daß sie mehr wie jede andere geeignet ist unsere Aufmerksamkeit zu erregen. Wenn auch Regen und Sonnenschein als die allgemeinen Bedingungen seiner Entstehung Jedermann bekannt sind, so ist doch eine genauere Erklärung des Regenbogens in wenig Worten nicht möglich, so daß wir uns hier nur darauf beschränken, zum Verständniß desselben hinzuleiten.

Daß der Regenbogen auf der Brechung und Zerlegung des Lichts beruhe, liegt nahe, wenn man die durch das Prisma §. 170 hervorgerufenen Farben betrachtet, welche in Ton und Reihenfolge mit denen des Regenbogens übereinstimmen.

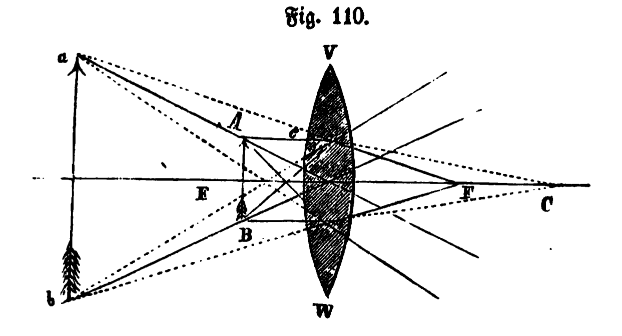
Nicht selten hat man Gelegenheit, einen im Grase oder Gebüsch hängenden Thau- oder Regentropfen zu beobachten, der dem Auge einen lebhaften rothen Lichtstrahl zusendet. Indem man die Stellung des Auges nur sehr wenig verändert, kann es leicht gelingen, denselben Tropfen der Reihe nach gelb, grün, blau und violett zu erblicken, oder auch ganz ungefärbt. Dies beweist, daß die in gewisser Richtung auf den Wassertropfen fallenden Lichtstrahlen von demselben gebrochen und in die farbigen Strahlen zerlegt werden, die dem Auge sichtbar werden, wenn es sich in der Richtung der austretenden Strahlen befindet.

Wir können uns daher den Fall denken, daß von sieben verschiedenen Tropfen gleichzeitig die sieben prismatischen Farben nach unserem Auge gelangen, vorausgesetzt, daß zufällig die hierzu erforderliche gegenseitige Lage gegeben ist. Dieses ist nicht selten der Fall, wenn an Wasserfällen, Schaufelrädern der Dampfschiffe, Springbrunnen u. a. m. das Sonnenlicht auf eine Masse fallender Wassertropfen trifft.

Wir erblicken den Regenbogen Vormittags stets nur im Westen und Nachmittags im Osten, so daß wir bei Betrachtung desselben der Sonne den Rücken zukehren und vor uns eine Regenwand haben. Die Sonne darf jedoch, um den Regenbogen zu erzeugen, nicht allzu hoch, und zwar nicht über 42 Grad über den Horizont sich erhoben haben. Daher sehen wir diese Erscheinung in der Regel Morgens oder gegen Abend, und nur im Winter, wo die Sonne ohnehin sehr tief steht, ist sie zuweilen in den dem Mittag näheren Stunden sichtbar. Eigentlich bildet der Regenbogen einen ungeheuren Kreis, von dem für uns jedoch die unter dem Horizont liegende Hälfte nicht sichtbar ist. Doch treffen mitunter Umstände ein, die namentlich von den Masten der Schiffe kreisförmige Regenbogen erscheinen lassen. Da von allen Punkten des Regenbogens Lichtstrahlen in unser Auge gelangen, so ist dieses gleichsam die Spitze eines Kegels, dessen Grundfläche der Regenbogen selbst ist und dessen Axe eine durch den Mittelpunkt des Regenbogens und unser Auge gelegte gerade Linie vorstellt, deren Verlängerung in den Mittelpunkt der Sonne trifft.

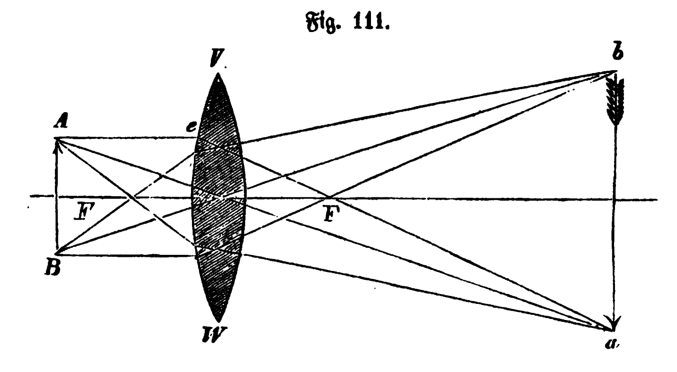
In der Regel sieht man neben dem Regenbogen noch einen zweiten, oder Nebenregenbogen, der weit weniger lebhaft gefärbt erscheint als der erste. Dieses rührt daher, daß während bei dem ersten Regenbogen die Lichtstrahlen nur einmal gebrochen werden, der zweite in Folge einer in anderen Wassertropfen stattfindenden zweimaligen Lichtbrechung entsteht, wodurch das Licht sehr geschwächt wird. Auch ist zu bemerken, daß bei dem letzteren die Reihenfolge der Farben umgekehrt wie die des Hauptregenbogens ist, bei welchem Roth den äußersten, größten Kreis und Violett den innersten einnehmen.

Fig. 110.



Befindet sich dagegen, wie in Fig. 111, der Gegenstand etwas über den Brennpunkt hinausgerückt, so erhält man auf der andern Seite des Glases ein vergrößertes aber umgekehrtes Lichtbild, welches auf Papier aufgefangen werden

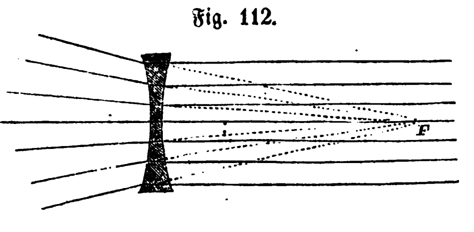
Fig. 111.



kann. Von entfernten Gegenständen giebt die Sammellinse ein verkleinertes, umgekehrtes Bild.

§. 164. Die vertiefte oder Concav-Linse wird auch Hohlglas genannt, da sie auf beiden Seiten kugelförmig ausgehöhlt ist (Fig. 112). Ihre Eigenschaften sind wesentlich verschieden von denen der erhabenen Linse, denn alle parallel mit ihrer Axe laufenden Lichtstrahlen werden so gebrochen, daß sie bei dem Austritt auseinandergehen (divergiren), als ob sie von dem Punkte F herkämen.

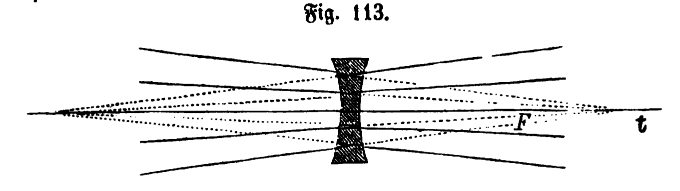
Fig. 112.



Treffen zusammenlaufende (convergirende) Lichtstrahlen auf die vertiefte Linse, so treten sie entweder in paralleler Richtung, Fig. 112, aus, oder

wenn sie nur in geringem Grade convergirten, wie bei Fig. 113, so divergiren sie nach ihrem Austritt.

Fig. 113.



Wegen dieser Eigenschaften werden die vertieften Gläser auch Zerstreuungsgläser genannt.

§. 165. Die im Vorhergehenden beschriebenen Eigenschaften verleihen den geschliffenen Gläsern eine außerordentlich große Wichtigkeit. So ist die Sammellinse einzeln für sich genommen das Vergrößerungsglas in der einfachsten Form. Sie heißt alsdann wohl auch Lupe, und wird bei den feineren Arbeiten von Uhrmachern, Formschneidern, Kupferstechern u. a. m. benutzt. Außerdem ist sie dem Botaniker und Anatomen ein unentbehrliches Werkzeug. Durch geeignete Vereinigungen mehrerer Linsen hat man jedoch zusammengesetzte Lupen oder Mikroskope darzustellen gelernt, welche ein 100- bis 1000fach vergrößertes Bild des durch sie betrachteten Gegenstandes gewähren. Mit Hülfe derselben war man im Stande, ganze Welten kleiner Thiere zu entdecken, von deren Vorhandensein man vorher keine Ahnung hatte, und über den Bau der Pflanzen und größeren Thiere erhielt man die wichtigsten Aufschlüsse.

Aber nicht allein für die Nähe wurde durch diese Gläser der Blick des Menschen geschärft, sondern auch die Ferne, die ungeheuren Räume des Himmels wurden ihm erschlossen und ferne Welten ihm nahe gerückt. Die hierzu dienenden Instrumente heißen Fernröhre oder Teleskope, und das Wesentliche ihrer Einrichtung besteht darin, daß die von einem entfernten Gegenstande ausgehenden Lichtstrahlen durch eine möglichst große Linse (Objectivglas genannt) oder einen großen Sammelspiegel (siehe §. 157) aufgefangen, und das dadurch erhaltene Bild durch ein zweites Glas (Ocular) nochmals vergrößert wird.

Solchen Fernröhren allein verdanken wir unsere Kenntnisse von der wunderbar gestalteten Oberfläche des Mondes, von den Trabanten des Jupiters, dem Ringe des Saturn und vieles andere der Astronomie Angehörige. Aber auch auf der Erde ist für den Ingenieur, Feldmesser, Seefahrer, Feldherrn u. s. w. das Fernrohr unentbehrlich.

Endlich machen wir noch besondere Anwendungen von der durch die Linse, wie in Fig. 111, gegebenen Luftbildern. Wird ein solches Bild in einem dunkeln Raum (Camera obscura) auf weißer Fläche aufgefangen, so läßt es sich mit einem Zeichnenstift nachziehen. Wenn der Gegenstand durch eine Sammellinse sehr stark beleuchtet ist, so kann er außerordentlich vergrößert an einer

weißen Wand sichtbar gemacht werden, wie dies bei der Zauberlaterne, ganz besonders aber beim Sonnenmikroskop der Fall ist.

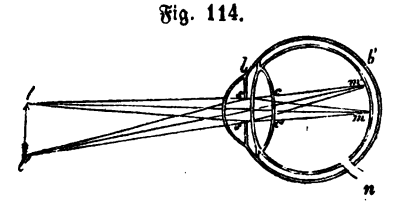
Die Kunst, Linsen aus Glas zu schleifen, wurde zuerst in Holland geübt. Man bediente sich derselben jedoch anfangs nur zu Brillen, bis gegen Ende des 17ten Jahrhunderts Leuvenhoek das Mikroskop erfand. Die Erfindung des Fernrohres wird Gallilei zugeschrieben. Beide Instrumente sind seitdem jedoch wesentlich vervollkommnet worden, das letztere namentlich durch Keppler, Herschel, Newton, Fraunhofer u. a. m.

Vom Sehen.

§. 166. Bei keinem unserer Sinnesorgane ist die Bedeutung jedes einzelnen Theiles so genau erkannt, als dies bei dem Auge der Fall ist. Dasselbe ist in der That nicht anderes, als ein ziemlich einfacher optischer Apparat, den man am leichtesten kennen lernt, wenn man ein Ochsenauge aufmerksam betrachtet. Namentlich läßt sich beim Aufschneiden eines solchen die aus gallertartiger Substanz bestehende sogenannte Krystalllinse herausnehmen, und zeigen, daß sie sich vollkommen verhält wie eine aus Glas geschliffene Sammellinse.

Dem Physiker erscheint der Augapfel, Fig. 114, als eine von Häuten umschlossene, kleine runde und inwendig schwarz ausgekleidete Kammer (Camera obscura), die mit einer vollkommen durchsichtigen, gallertigen Substanz angefüllt ist, welche Glaskörper heißt.

Fig. 114.



Der vordere Theil der das Auge umschließenden Haut, die sogenannte Hornhaut, ist durchsichtig, etwas gewölbt und bildet die mit wasserheller Flüssigkeit angefüllte vordere Augenkammer *b*. Durch eine kleine runde Oeffnung *ss*, die Pupille heißt, gelangen nun Lichtstrahlen von den außen befindlichen Gegenständen, z. B. von *ll'*, in's Auge. Diese Lichtstrahlen erleiden durch die Krystalllinse *cc'* eine Brechung, so daß auf der hinteren von der Netzhaut gebildeten Wand *m'm* des Auges ein Bild des Gegenstandes entsteht und durch den Augennerv *n* zum Bewußtsein gebracht wird.

Die von dem Gegenstande *ll'* ausgehenden Lichtstrahlen werden schon in der mit durchsichtiger Flüssigkeit erfüllten gewölbten vorderen Augenkammer *b* gebrochen und sodann nochmals in der Linse *cc'*, wodurch zwischen *m'm* ein verkleinertes Bild des vor dem Auge befindlichen Gegenstandes entsteht.

Daß dieses wirklich der Fall ist, läßt sich an einem Ochsenauge zeigen, wenn man dessen hintere Haut vorsichtig schichtweise hinwegnimmt, so daß sie dünn und durchscheinend wird. Hält man nachher vor die Pupille dieses Auges einen Gegenstand, z. B. ein brennendes Licht, so sieht man deutlich ein kleines Bildchen desselben auf der hinteren Wand des Auges.

Erklärlich ist es hiernach, daß wir von alle dem Auge dargebotenen Gegenständen auf der Netzhaut umgekehrte Bilder erhalten, so daß wir z. B. in Fig. 114 den Punkt l bei m und den Punkt l' bei m' sehen und bei dem Versuche mit dem Ochsenauge auf dessen Netzhaut das kleine Bild des Lichtes umgekehrt erblicken.

Allein da wir von Jugend auf mit dem Sinne des Gesichts und Gefühls zugleich beobachten, so wird die Wahrnehmung des Auges durch das Gefühl sogleich berichtigt.

Daß wir in der That erst durch Betasten und Bewegung unseres Körpers von einem Orte zum andern die richtige Vorstellung von der Lage der Gegenstände und ihrer Entfernung erhalten, beweisen Kinder und Blindgeborene, die erst später das Sehvermögen erhalten, auf's klarste.

§. 167.

Jedermann, der in einem Buche lies't, hält dieses in einer gewissen Entfernung vom Auge, in welcher die Buchstaben am deutlichsten erscheinen. Man nennt diese Entfernung die **Sehweite**, und sie beträgt gewöhnlich 8 bis 10 Zoll beim ganz gesunden Auge. In dieser Lage fällt von jedem einzelnen Buchstaben ein scharfes Bild genau auf die Netzhaut, da, wie dies bei Fig. 114 der Fall ist, die von einem jeden Punkte des Gegenstandes ll' ausgehenden Lichtstrahlen in dem Auge so gebrochen werden, daß sie in einem Punkte auf der Netzhaut sich wieder vereinigen und dort ein deutliches Bild erzeugen. Es behalte das Auge genau die in Fig. 114 dargestellte Einrichtung bei, und wir bringen jetzt den Gegenstand dem Auge näher, so gehen die von einem Punkte desselben entsendeten Lichtstrahlen so stark auseinander, daß sie im Auge nicht hinreichend gebrochen werden, um das Bild genau auf die Netzhaut zu werfen. Es fällt vielmehr **hinter** dieselbe, und auf der Netzhaut entsteht ein **undeutliches** Bild (Fig. 115). Entferne ich ll' weiter vom Auge, als die Sehweite

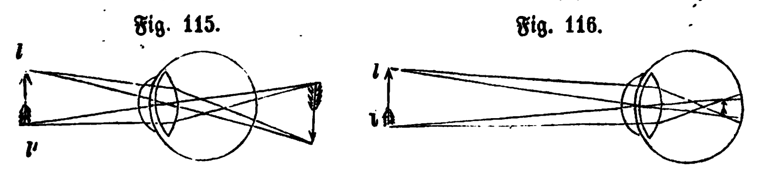


Fig. 115. Fig. 116.

beträgt, so gehen die von ihm kommenden Lichtstrahlen so stark zusammen, daß ihre Vereinigung schon vor der Netzhaut stattfindet, und mithin auf dieser ebenfalls kein deutliches Bild entsteht (Fig. 116).

Demnach müssen wir also jeden Gegenstand, der dem Auge weiter oder näher ist, als die Sehweite beträgt, undeutlich sehen. Dies ist jedoch beim gesunden Auge nicht der Fall. Es sieht vielmehr jeden in die Ferne gerückten Gegenstand mit vollkommener Deutlichkeit, und auch die näher gerückten bis zu einer gewissen Gränze. Es beruht dies darauf, daß die lichtbrechenden Theile des inneren Auges, also die vordere Augenkammer und die Krystalllinse, nicht unveränderlich sind, sondern je nach dem Bedürfnisse zum Sehen in die Ferne und in die Nähe eingerichtet werden können. Wenn in der That bei Betrachtung

sung der Pflanzenstoffe, bei der sogenannten Holzfäulniß findet ein schwaches Leuchten Statt.

Von allen diesen Lichtquellen ist für unsere Betrachtung das Sonnenlicht am wichtigsten. Nächst diesem ist das durch den chemischen Vorgang der Verbrennung erzeugte Licht von wesentlicher Bedeutung.

In allen übrigen Fällen, wo wir Licht von irgend einem Gegenstande verbreitet sehen, rührt dasselbe nicht ursprünglich von demselben her, sondern es ist ihm mitgetheilt worden Alle Gegenstände sind daher entweder *selbstleuchtend* oder *nichtleuchtend*. So ist das Licht des Mondes demselben von der Sonne mitgetheilt, denn er selbst ist, ebenso wie die Erde und überhaupt die meisten Körper, nicht leuchtend.

§. 152. Das Licht tritt so häufig in Gesellschaft mit der Wärme auf, und stimmt in vielen seiner Eigenschaften so auffallend mit derselben überein, daß Viele beide für unzertrennlich, oder vielmehr für Eins und dasselbe in verschiedenem Grade halten. Sie lassen sich jedoch wohl unterscheiden und trennen, denn wir haben sehr lebhafte Lichterscheinungen, wie z. B. an manchem leuchtenden Thiere und am Monde, die von keiner oder nur unmerklicher Wärme begleitet sind, und auf der anderen Seite sehen wir, daß Körper sehr bedeutende Mengen von Wärme ohne Lichterscheinung anzunehmen fähig sind.

§. 153. Das Licht verbreitet sich nur durch Strahlen, die von einem leuchtenden Körper in *allen* Richtungen ausgehen. Die Geschwindigkeit, mit welcher dies geschieht, ist ungeheuer, indem es in einer Secunde 42,000 Meilen zurücklegt, und daher in 8 Minuten und 13 Secunden von der Sonne zur Erde gelangt.

Die Lichtstrahlen zeigen, indem sie auf Gegenstände treffen, ein ähnliches Verhalten wie die Schall- und Wärmestrahlen, nur sind die sinnlichen Erscheinungen natürlich ganz andere. Wir bemerken wesentlich drei Fälle:

1) Die Lichtstrahlen werden von dem Körper, auf den sie treffen, mehr oder weniger vollständig aufgenommen oder *absorbirt*.
2) Die Lichtstrahlen werden zurückgeworfen, *reflectirt*.
3) Die Lichtstrahlen gehen durch die Körper hindurch.

§. 154. Wenn ein Körper alle auf ihn fallenden Lichtstrahlen aufnimmt, so verschwinden dieselben für unsere Sinne vollständig, und es erscheint uns ein solcher Körper alsdann vollkommen *schwarz*. Derselbe nimmt nicht etwa wie bei der Wärme durch längeres Bestrahlen Licht in der Art in sich auf, daß er es irgend wie weiter zu verbreiten im Stande wäre. Es entsteht daher auch auf der den Lichtstrahlen abgewendeten Seite jenes Körpers Lichtmangel oder *Schatten*. Von allen Körpern ist der Kienruß derjenige, welcher das Licht am vollkommensten aufnimmt.

Bei weitem die Mehrzahl der Körper wirft das Licht theilweise zurück, und nimmt einen anderen Theil desselben in sich auf. Die dichten Körper, besonders die blanken Metalle, werfen das Licht am vollkommensten zurück. Diese Eigenschaft nimmt bei den übrigen Körpern ab, in dem Maaße, als sie



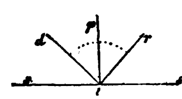
weniger dicht sind und lockerer werden. Auch hinter den Körpern, welche das Licht zurückwerfen, entsteht Lichtmangel oder Schatten.

Nur dadurch, daß die Körper die Lichtstrahlen zurückwerfen, sind diese Gegenstände überhaupt sichtbar, und es ist für das Verständniß aller Erscheinungen des Sehens höchst wichtig, stets sich der Vorstellung recht bewußt zu sein, daß von jedem nur sichtbaren Punkte eines jeden Gegenstandes Lichtstrahlen nach allen Richtungen ausgehen, und indem einer derselben in das Auge des Beobachters gelangt, diesem sichtbar wird.

§. 155. Körper, welche die Lichtstrahlen möglichst vollständig und regelmäßig zurückwerfen, heißen Spiegel Abgesehen von dem Stoffe, aus dem sie gefertigt sind, unterscheiden wir: 1) ebene oder gewöhnliche Spiegel. 2) Hohle oder concave Spiegel. 3) Erhabene oder convexe Spiegel.

Ein ebener Spiegel ss', Fig. 105, wirft alle Strahlen, die ihn treffen, so zurück, daß der einfallende Strahl ri denselben Winkel mit dem Einfall-Loth pi macht, wie der reflectirte Strahl id, woraus denn folgt, daß die Strahlen vom Spiegel so auseinandergehen (divergiren), als ob sie von einem Punkte kämen, der eben so weit hinter dem Spiegel liegt, als der leuchtende Punkt vor ihm ist. Daher erscheint denn überhaupt das Spiegelbild so weit hinter der Spiegelfläche, als der Gegenstand vor derselben sich befindet. Auch ist das Bild im Spiegel in der Hinsicht verkehrt, daß die linke Seite des Gegenstandes zur rechten geworden ist, und umgekehrt.

Fig. 105.



§. 156. Der Spiegel besteht aus einer Glasscheibe mit zwei möglichst ebenen und parallelen Flächen, deren eine mit einer Auflösung von Zinn in Quecksilber überzogen oder, wie man sagt, belegt ist.

Spiegel, deren Flächen nicht parallel sind, die ferner uneben oder von unreiner Glasmasse sind, geben verzerrte Bilder und sind daher unbrauchbar.

Werden zwei Spiegel parallel einander gegenüber gestellt, so spiegelt sich das Bild des einen im anderen, und man erhält eine unendliche Anzahl von Bildern. Stellt man die Spiegel jedoch so, daß sie einen Winkel mit einander bilden, so vermindert sich die Anzahl der gegenseitigen Abspiegelungen, und zwar um so mehr, je größer der von den Spiegeln gebildete Winkel wird.

Die Einrichtung des Kaleidoskops beruht einfach auf der Vervielfältigung eines Bildes durch zwei gegen einander geneigte Spiegel.

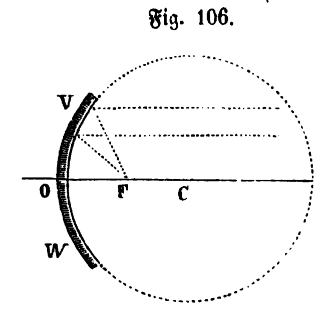
Außer dem gewöhnlichen Dienste des Spiegels, der ihn allerdings für Viele zu einem unentbehrlichen Möbel macht, findet er noch bei mehreren optischen Instrumenten Anwendung.

§. 157 Einen Hohlspiegel haben wir vor uns, wenn wir in einen blanken Suppenlöffel oder in die Blendung einer Laterne sehen. Auch findet man auf der einen Seite der runden Rasirspiegel meistens einen Hohlspiegel oder, wie man wohl auch sagt, einen Vergrößerungsspiegel.



Die wichtigen Anwendungen des Hohlspiegels erfordern, daß wir uns genauer mit seinen Eigenschaften bekannt machen.

Fig. 106.



Wir können uns vorstellen, jeder Hohlspiegel sei wie *VW*, Fig. 106, ein Abschnitt von einer hohlen Kugel. Man nennt daher den Mittelpunkt *C* und den Halbmesser *OC* jener Kugel den geometrischen Mittelpunkt und den Halbmesser des Hohlspiegels. Der in der Mitte des Halbmessers liegende Punkt *F* heißt Brennpunkt oder Focus, und die durch den Mittelpunkt *C* und den Brennpunkt *F* des Spiegels gelegte Linie ist dessen optische Axe. Der Punkt *O* des Spiegels, den sie bei ihrer Verlängerung trifft, wird das optische Centrum genannt.

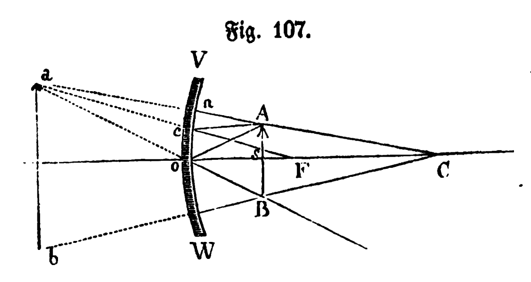
Alle senkrecht auf den Hohlspiegel fallenden Lichtstrahlen werden in derselben Richtung wieder zurückgeworfen, so daß sie durch den Mittelpunkt *C* gehen. Sämmtliche, mit der optischen Axe parallel laufenden Strahlen werden von dem Spiegel nach dem Brennpunkt *F* zurückgeworfen und erscheinen dort gesammelt. (Vergl. §. 144.)

§. 158. Nähert man dem Hohlspiegel irgend einen Gegenstand, so giebt er uns verschiedene Bilder, je nachdem ihm derselbe näher oder ferner gebracht worden ist. Befindet sich der Gegenstand, z. B. ein Pfeil, zwischen dem Brennpunkt und dem Spiegel, so erhält man ein vergrößertes Bild desselben, welches jedoch, ähnlich wie beim ebenen Spiegel, hinter der Spiegelfläche zu liegen scheint.

Stellt man dagegen den Pfeil zwischen dem Brennpunkt und geometrischen Mittelpunkt des Spiegels auf, so erhält man ebenfalls ein vergrößertes Bild, welches aber vor dem Spiegel erscheint.

Versuchen wir mit Hülfe der Fig. 107 diese Erscheinung näher zu verfolgen.

Fig. 107.



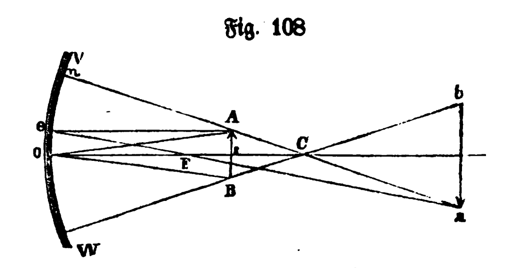
Es gehe von dem Gegenstand *AB* der Strahl *An* senkrecht auf den Spiegel, so wird er in der Richtung *nAC* zurückgeworfen; der mit der Spie-



gelare parallel gehende Strahl *Ae* wird nach dem Brennpunkt *F* zurückgeworfen. Beide zurückgeworfenen Strahlen treffen vor dem Spiegel niemals zusammen. Denkt man sich dagegen ihre Richtung hinter dem Spiegel verlängert, so schneiden sie sich in dem Punkte *a*, und dort erscheint jetzt dem Auge *A* zu liegen. Ebenso bestimmt sich die Lage aller übrigen von *AB* ausgehenden Lichtstrahlen, wodurch denn das vergrößerte hinter dem Spiegel liegende Bild *ab* erscheint.

Bei Fig. 108, wo der Pfeil zwischen dem Brennpunkt *F* und dem Mittelpunkt des Spiegels *C* aufgestellt ist, wird der hier senkrecht auffallende Strahl *An*

Fig. 108



in derselben Richtung zurückgeworfen. Dagegen wird der mit der Spiegelaxe parallele Strahl *Ae* nach dem Brennpunkte *F* zurückgesendet. Der Punkt *A* des Bildes von *AB* muß also da erscheinen, wo die Verlängerungen jener beiden zurückgeworfenen Strahlen sich schneiden, was, wie die Fig. 108 zeigt, bei *a* der Fall ist. Dasselbe läßt sich an allen übrigen Punkten des Gegenstandes nachweisen, und wir erhalten so das vergrößerte, aber umgekehrte Bild vor dem Spiegel in der Luft.

Leicht läßt sich zeigen, daß das Bild wirklich in der Luft sich befindet, denn man darf nur ein Blatt weißen Papiers an die Stelle von *ab* bringen, so wird dieses die Lichtstrahlen auffangen, und so auf demselben deutlich das Bild erscheinen.

§. 159. Der Hohlspiegel findet eine sehr wichtige Anwendung zu Fernröhren, die daher Spiegelteleskope heißen und außerordentliche Vergrößerungen bewirken, wie namentlich Herschel's berühmtes Riesenteleskop, das 5 Fuß im Durchmesser hat (s. Schluß d. Astron.). Sie sind jedoch in neuerer Zeit mehr außer Gebrauch gekommen, da ihre Aufstellung und Handhabung mit großen Umständen verknüpft ist. Daß der Hohlspiegel als Brennspiegel dienen kann, ist bereits bei der Wärme erwähnt worden. Aber er ist auch ein vortreffliches Mittel zur Lichtverstärkung, denn alle Lichtstrahlen eines innerhalb seines Brennpunktes aufgestellten Lichtes wirft er in paralleler Richtung zurück, weshalb er bei Laternen, Zauberlaternen und Leuchtthürmen angewendet wird.

§. 160. Der erhabene Spiegel bietet weniger Interesse dar. Er heißt auch

Zerstreuungsspiegel, weil alle auf ihn fallenden Lichtstrahlen von ihm in auseinandergehender Richtung zurückgeworfen werden. Er giebt *verkleinerte* Bilder der Gegenstände, wie man an blank polirten erhabenen Metallknöpfen und an den Glaskugeln sehen kann, die man nicht selten an Punkten mit schöner Aussicht aufgestellt antrifft.

Brechung des Lichts.

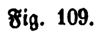
§. 161. Wir haben in §. 153 gesagt, daß es Körper giebt, welche den Lichtstrahlen den Durchgang durch ihre Masse gestatten. Solche Körper sind z. B. die Luft, das Wasser, das Glas, überhaupt solche, die man *durchsichtig* nennt. Nicht alle Körper besitzen bekanntlich diese Eigenschaft in gleichem Maaße. Es giebt halbdurchsichtige und durchscheinende Körper, und endlich solche, die es nur dann sind, wenn ihre Masse eine sehr geringe Ausdehnung hat. So ist selbst das dichte Gold, in ganz dünne Blättchen geschlagen, durchscheinend. Für die Lehre vom Lichte sind jedoch nur die vollkommen durchsichtigen Körper zunächst von Wichtigkeit.

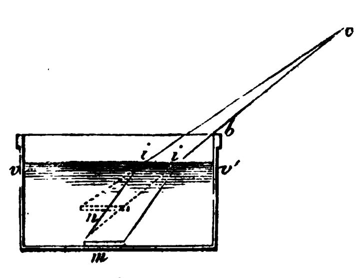
So lange die Lichtstrahlen in einer gleichartigen Materie, z. B. in der Luft sich fortbewegen, ist ihre Richtung vollkommen geradlinig und unverändert. Trifft ein Lichtstrahl aber auf eine durchsichtige Materie von größerer oder geringerer Dichte, so setzt er seine Bewegung nicht in der seitherigen Richtung fort, sondern in einer anderen, die mit jener einen größeren oder kleineren Winkel macht.

Man sagt in diesem Falle: »der Lichtstrahl wird *gebrochen* oder *refrangirt*«, und nennt den Winkel, der die Größe der Brechung bezeichnet, Brechungswinkel.

Die gewöhnlichen Brechungserscheinungen kommen vor, wenn Licht aus dem Weltraum in die dichtere Atmosphäre der Erde gelangt, ferner wenn es aus der Luft durch Wasser oder Glas geht.

Jedermann kennt die Erscheinung, daß ein gerader Stock von dem Punkte an, wo er in Wasser getaucht ist, gebrochen erscheint. Es rührt dies daher, daß die Lichtstrahlen, die er nach dem Auge sendet, bei ihrem Austritt aus dem Wasser eine Ablenkung erleiden. So könnten wir z. B. den in dem Gefäße *vv'* (Fig. 109) liegenden Gegenstand *m* *nicht* sehen, wenn dasselbe leer ist, und das Auge bei *o* sich befindet. Gießt man aber Wasser in das Gefäß, so werden die von *m* nach *ii* gehenden Lichtstrahlen bei ihrem Austritt aus dem Wasser gebrochen, und es scheint dem Auge jetzt, als ob der Gegenstand bei *n* also bedeutend höher liege. Da-


Fig. 109.



her scheinen überhaupt im Wasser befindliche Gegenstände, Fische ꝛc. der Oberfläche desselben näher, als es wirklich der Fall ist.

§. 162. Läßt man einen Lichtstrahl durch einen Gegenstand gehen, der nur geringe Dicke und parallele Flächen hat, so erleidet er eine kaum merkliche Veränderung. Ein Beispiel der Art bieten unsere Fensterscheiben, durch welche uns die Gegenstände an derselben Stelle erscheinen, an der sie sich wirklich befinden.

Wesentlich verschieden verhält es sich dagegen, wenn die Flächen des Körpers, der dem Lichte den Durchgang gestattet, nicht parallel sind.

Zu Versuchen der Art wendet man immer Glas an, und zwar solches mit gekrümmten Flächen. Man nennt solche Gläser im Allgemeinen **Linsen**, weil sie zum Theil eine diesem Namen entsprechende Form haben. Sie sind wichtig, weil sie zur Zusammensetzung der Fernröhre und starken Vergrößerungswerkzeuge dienen.

§. 163. Aehnlich wie bei den Spiegeln unterscheidet man Linsen, welche die Lichtstrahlen sammeln, und solche, die sie zerstreuen.

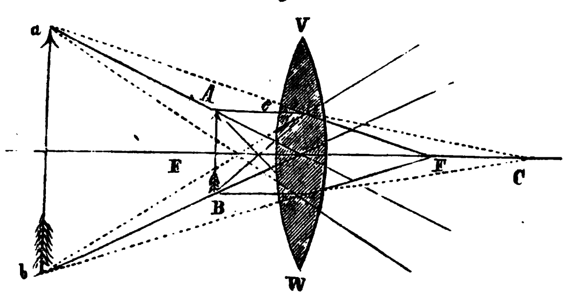
Die **Sammelgläser** sind immer in der Mitte am dicksten, und werden eigentliche **Linsen** oder doppelt **convexe**, d. i. erhabene Gläser genannt. Auch hier finden wir einen Brennpunkt, geometrischen Mittelpunkt und eine Axe, wie bei dem Sammelspiegel, und je nach der Stellung des Gegenstandes erhält man ein Bild desselben in verschiedener Weise. Ihren Namen haben sie von der Eigenschaft, daß jeder durch den Mittelpunkt derselben gehende Strahl unverändert bleibt, während alle mit der Axe parallel laufende Strahlen durch das Glas so gebrochen werden, daß sie sich außerhalb desselben in einem Punkte vereinigen.

Der Brennpunkt einer Linse ist leicht zu finden, indem man Sonnenstrahlen möglichst senkrecht auf die eine Seite derselben fallen läßt und auf die andere ein Blatt Papier hält. Auf diesem wird man nun einen hellen Lichtring sehen, der sich vergrößert oder verkleinert, je nach der Entfernung, in welche man das Papier bringt. Hält man dieses nun so, daß der Lichtring sich fast zu einem Punkt von blendendem Licht verkleinert hat, so befindet es sich in dem Brennpunkte des Glases. An dieser Stelle sind auch die mit dem Lichte auffallenden Wärmestrahlen vereinigt, weshalb dort eine höhere Temperatur fühlbar wird, die leicht hinreicht, Körper zu entzünden. Deshalb wird die Sammellinse auch **Brennglas** genannt.

Sehen wir nun, welche Erscheinung diese gekrümmten Gläser außerdem noch hervorrufen. In Fig. 110 (auf folg. Seite) haben wir eine Linse VW und den Gegenstand AB, der zwischen dem Glase und dessen Brennpunkt F sich befindet.

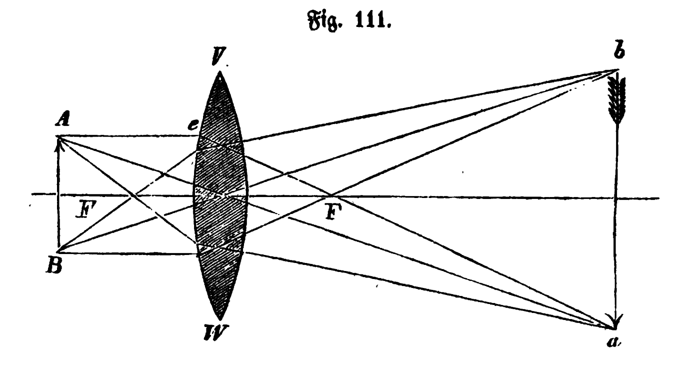
Der von dem Punkte A ausgehende Lichtstrahl Ae wird nun so gebrochen, daß er dem auf der anderen Seite der Linse befindlichen Auge von a zu kommen scheint. Aehnlich verhält es sich mit dem Punkte B, so daß wir ein Bild erhalten, welches den Gegenstand vergrößert und mit diesem auf einerlei Seite liegt.

Fig. 110.



Befindet sich dagegen, wie in Fig. 111, der Gegenstand etwas über den Brennpunkt hinausgerückt, so erhält man auf der andern Seite des Glases ein vergrößertes aber umgekehrtes Lichtbild, welches auf Papier aufgefangen werden

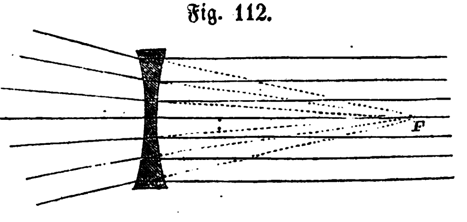
Fig. 111.



kann. Von entfernten Gegenständen giebt die Sammellinse ein verkleinertes, umgekehrtes Bild.

§. 164. Die vertiefte oder Concav-Linse wird auch Hohlglas genannt, da sie auf beiden Seiten kugelförmig ausgehöhlt ist (Fig. 112). Ihre Eigenschaften sind wesentlich verschieden von denen der erhabenen Linse, denn alle parallel mit ihrer Axe laufenden Lichtstrahlen werden so gebrochen, daß sie bei dem Austritt auseinandergehen (divergiren), als ob sie von dem Punkte *F* herkämen.

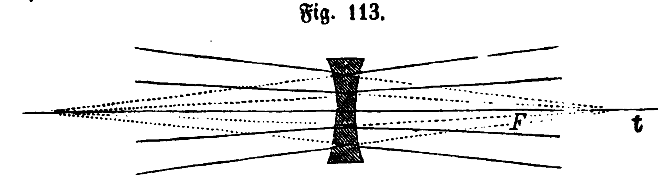
Fig. 112.



Treffen zusammenlaufende (convergirende) Lichtstrahlen auf die vertiefte Linse, so treten sie entweder in paralleler Richtung, Fig. 112, aus, oder

wenn sie nur in geringem Grade convergirten, wie bei Fig. 113, so divergiren sie nach ihrem Austritt.

Fig. 113.



Wegen dieser Eigenschaften werden die vertieften Gläser auch Zerstreuungsgläser genannt.

§. 165. Die im Vorhergehenden beschriebenen Eigenschaften verleihen den geschliffenen Gläsern eine außerordentlich große Wichtigkeit. So ist die Sammellinse einzeln für sich genommen das Vergrößerungsglas in der einfachsten Form. Sie heißt alsdann wohl auch Lupe, und wird bei den feineren Arbeiten von Uhrmachern, Formschneidern, Kupferstechern u. a. m. benutzt. Außerdem ist sie dem Botaniker und Anatomen ein unentbehrliches Werkzeug. Durch geeignete Vereinigungen mehrerer Linsen hat man jedoch zusammengesetzte Lupen oder Mikroskope darzustellen gelernt, welche ein 100= bis 1000fach vergrößertes Bild des durch sie betrachteten Gegenstandes gewähren. Mit Hülfe derselben war man im Stande, ganze Welten kleiner Thiere zu entdecken, von deren Vorhandensein man vorher keine Ahnung hatte, und über den Bau der Pflanzen und größeren Thiere erhielt man die wichtigsten Aufschlüsse.

Aber nicht allein für die Nähe wurde durch diese Gläser der Blick des Menschen geschärft, sondern auch die Ferne, die ungeheuren Räume des Himmels wurden ihm erschlossen und ferne Welten ihm nahe gerückt. Die hierzu dienenden Instrumente heißen Fernröhre oder Teleskope, und das Wesentliche ihrer Einrichtung besteht darin, daß die von einem entfernten Gegenstande ausgehenden Lichtstrahlen durch eine möglichst große Linse (Objectivglas genannt) oder einen großen Sammelspiegel (siehe §. 157) aufgefangen, und das dadurch erhaltene Bild durch ein zweites Glas (Ocular) nochmals vergrößert wird.

Solchen Fernröhren allein verdanken wir unsere Kenntnisse von der wunderbar gestalteten Oberfläche des Mondes, von den Trabanten des Jupiters, dem Ringe des Saturn und vieles andere der Astronomie Angehörige. Aber auch auf der Erde ist für den Ingenieur, Feldmesser, Seefahrer, Feldherrn u. s. w. das Fernrohr unentbehrlich.

Endlich machen wir noch besondere Anwendungen von der durch die Linse, wie in Fig. 111, gegebenen Luftbildern. Wird ein solches Bild in einem dunkeln Raum (Camera obscura) auf weißer Fläche aufgefangen, so läßt es sich mit einem Zeichnenstift nachziehen. Wenn der Gegenstand durch eine Sammellinse sehr stark beleuchtet ist, so kann er außerordentlich vergrößert an einer

weißen Wand sichtbar gemacht werden, wie dies bei der Zauberlaterne, ganz besonders aber beim Sonnenmikroskop der Fall ist.

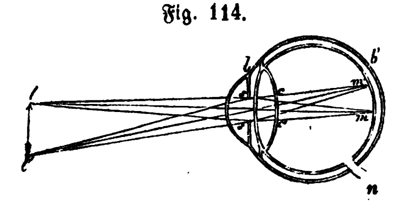
Die Kunst, Linsen aus Glas zu schleifen, wurde zuerst in Holland geübt. Man bediente sich derselben jedoch anfangs nur zu Brillen, bis gegen Ende des 17ten Jahrhunderts Leuvenhoek das Mikroskop erfand. Die Erfindung des Fernrohres wird Gallilei zugeschrieben. Beide Instrumente sind seitdem jedoch wesentlich vervollkommnet worden, das letztere namentlich durch Keppler, Herschel, Newton, Fraunhofer u. a. m.

Vom Sehen.

§. 166. Bei keinem unserer Sinnesorgane ist die Bedeutung jedes einzelnen Theiles so genau erkannt, als dies bei dem Auge der Fall ist. Dasselbe ist in der That nicht anderes, als ein ziemlich einfacher optischer Apparat, den man am leichtesten kennen lernt, wenn man ein Ochsenauge aufmerksam betrachtet. Namentlich läßt sich beim Aufschneiden eines solchen die aus gallertartiger Substanz bestehende sogenannte Krystalllinse herausnehmen, und zeigen, daß sie sich vollkommen verhält wie eine aus Glas geschliffene Sammellinse.

Dem Physiker erscheint der Augapfel, Fig. 114, als eine von Häuten umschlossene, kleine runde und inwendig schwarz ausgekleidete Kammer (Camera obscura), die mit einer vollkommen durchsichtigen, gallertigen Substanz angefüllt ist, welche Glaskörper heißt.

Fig. 114.



Der vordere Theil der das Auge umschließenden Haut, die sogenannte Hornhaut, ist durchsichtig, etwas gewölbt und bildet die mit wasserheller Flüssigkeit angefüllte vordere Augenkammer *b*. Durch eine kleine runde Oeffnung *ss*, die Pupille heißt, gelangen nun Lichtstrahlen von den außen befindlichen Gegenständen, z. B. von *ll'*, in's Auge. Diese Lichtstrahlen erleiden durch die Krystalllinse *cc'* eine Brechung, so daß auf der hinteren von der Netzhaut gebildeten Wand *m'm* des Auges ein Bild des Gegenstandes entsteht und durch den Augennerv *n* zum Bewußtsein gebracht wird.

Die von dem Gegenstande *ll'* ausgehenden Lichtstrahlen werden schon in der mit durchsichtiger Flüssigkeit erfüllten gewölbten vorderen Augenkammer *b* gebrochen und sodann nochmals in der Linse *cc'*, wodurch zwischen *m'm* ein verkleinertes Bild des vor dem Auge befindlichen Gegenstandes entsteht.

Daß dieses wirklich der Fall ist, läßt sich an einem Ochsenauge zeigen, wenn man dessen hintere Haut vorsichtig schichtweise hinwegnimmt, so daß sie dünn und durchscheinend wird. Hält man nachher vor die Pupille dieses Auges einen Gegenstand, z. B. ein brennendes Licht, so sieht man deutlich ein kleines Bildchen desselben auf der hinteren Wand des Auges.

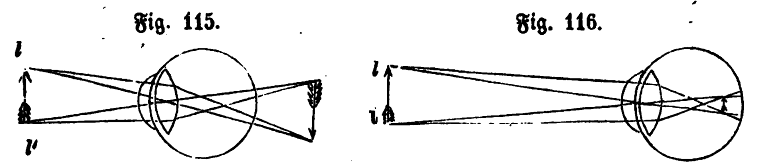
Erklärlich ist es hiernach, daß wir von alle dem Auge dargebotenen Gegenständen auf der Netzhaut umgekehrte Bilder erhalten, so daß wir z. B. in Fig. 114 den Punkt *l* bei *m* und den Punkt *l'* bei *m'* sehen und bei dem Versuche mit dem Ochsenauge auf dessen Netzhaut das kleine Bild des Lichtes umgekehrt erblicken.

Allein da wir von Jugend auf mit dem Sinne des Gesichts und Gefühls zugleich beobachten, so wird die Wahrnehmung des Auges durch das Gefühl sogleich berichtigt.

Daß wir in der That erst durch Betasten und Bewegung unseres Körpers von einem Orte zum andern die richtige Vorstellung von der Lage der Gegenstände und ihrer Entfernung erhalten, beweisen Kinder und Blindgeborene, die erst später das Sehvermögen erhalten, auf's klarste.

§. 167. Jedermann, der in einem Buche liest, hält dieses in einer gewissen Entfernung vom Auge, in welcher die Buchstaben am deutlichsten erscheinen. Man nennt diese Entfernung die Sehweite, und sie beträgt gewöhnlich 8 bis 10 Zoll beim ganz gesunden Auge. In dieser Lage fällt von jedem einzelnen Buchstaben ein scharfes Bild genau auf die Netzhaut, da, wie dies bei Fig. 114 der Fall ist, die von einem jeden Punkte des Gegenstandes *ll'* ausgehenden Lichtstrahlen in dem Auge so gebrochen werden, daß sie in einem Punkte auf der Netzhaut sich wieder vereinigen und dort ein deutliches Bild erzeugen. Es behalte das Auge genau die in Fig. 114 dargestellte Einrichtung bei, und wir bringen jetzt den Gegenstand dem Auge näher, so gehen die von einem Punkte desselben entsendeten Lichtstrahlen so stark auseinander, daß sie im Auge nicht hinreichend gebrochen werden, um das Bild genau auf die Netzhaut zu werfen. Es fällt vielmehr hinter dieselbe, und auf der Netzhaut entsteht ein undeutliches Bild (Fig. 115). Entferne ich *ll'* weiter vom Auge, als die Sehweite

Fig. 115. Fig. 116.



beträgt, so gehen die von ihm kommenden Lichtstrahlen so stark zusammen, daß ihre Vereinigung schon vor der Netzhaut stattfindet, und mithin auf dieser ebenfalls kein deutliches Bild entsteht (Fig. 116).

Demnach müssen wir also jeden Gegenstand, der dem Auge weiter oder näher ist, als die Sehweite beträgt, undeutlich sehen. Dies ist jedoch beim gesunden Auge nicht der Fall. Es sieht vielmehr jeden in die Ferne gerückten Gegenstand mit vollkommener Deutlichkeit, und auch die näher gerückten bis zu einer gewissen Gränze. Es beruht dies darauf, daß die lichtbrechenden Theile des inneren Auges, also die vordere Augenkammer und die Krystalllinse, nicht unveränderlich sind, sondern je nach dem Bedürfnisse zum Sehen in die Ferne und in die Nähe eingerichtet werden können. Wenn in der That bei Betrachtung

eines nahen Gegenstandes die vordere Augenkammer sich stärker wölbt, so erlangt sie ein größeres Brechungsvermögen, und das Bild kann dadurch auf die Netzhaut gebracht werden. Beim Sehen in die Ferne verflacht sich dieselbe und vermindert dadurch die Vereinigung der Strahlen vor der Netzhaut.

Man nennt dieses Vermögen des Auges, sich für das Fern- und Nahesehen einzurichten, die Anpassungsfähigkeit oder Accommodation.

Nicht jedes Auge besitzt aber das Vermögen, sich der Entfernung der Gegenstände anzupassen. Ein Auge, das häufig und anhaltend ganz nahe Gegenstände ansieht, erlangt, namentlich in der Jugend, sehr bald eine bleibende stärkere Wölbung der vorderen Augenkammer und verliert dadurch die Fähigkeit, sich für entfernte Gegenstände einzurichten. Es erhält von diesen nur undeutliche Bilder und wird darum kurzsichtig genannt. Fernsichtig ist das Auge, wenn es unfähig ist, sich für das deutliche Sehen solcher Gegenstände anzupassen, die ihm näher gerückt werden als die gewöhnliche Sehweite von 8 bis 10 Zoll beträgt.

Der Fehler des Kurzsichtigen beruht also darauf, daß sein Auge die Lichtstrahlen zu stark bricht, während dies beim Fernsichtigen nicht hinreichend stark der Fall ist. Beiden Mängeln kann künstlich abgeholfen werden, indem wir ja in den gläsernen Linsen Mittel besitzen, die von irgend einem Gegenstande kommenden Lichtstrahlen entweder durch eine Sammellinse mehr zu vereinigen, oder durch eine Zerstreuungslinse etwas stärker auseinandergehend zu machen.

§. 168. Die Brillen sind folglich nichts anderes als solche Hülfsmittel zur Herstellung einer richtigen Lichtbrechung, so daß ein scharfes Bild auf die Netzhaut gelangt, und wir müssen zu diesem Zweck dem Fernsichtigen eine Brille mit erhabenen oder Sammellinsen und dem Kurzsichtigen vertiefte oder Zerstreuungsgläser geben.

In Fig. 117 haben wir ein fernsichtiges und in Fig. 118 ein kurzsichtiges Auge, die beide von dem Gegenstande *ll'* kein scharfes Bild erhalten, da dessen

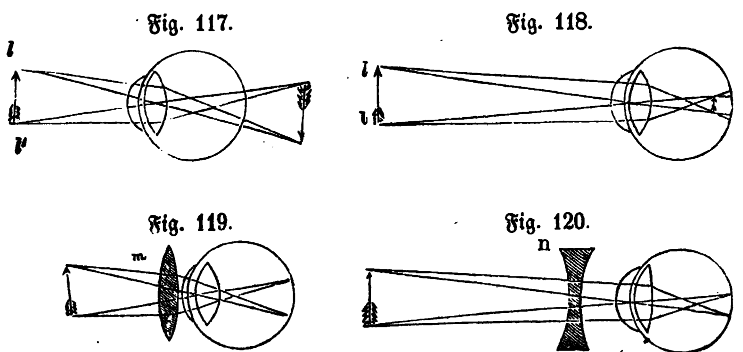


Fig. 117. Fig. 118. Fig. 119. Fig. 120.

Bild bei dem ersten hinter die Netzhaut fällt und bei letzterem vor dieselbe. Bewaffnen wir jedoch dieselben Augen mit den geeigneten Brillengläsern *m* und *n*

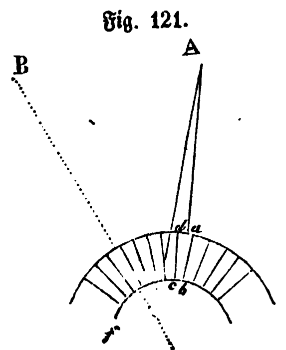
(Fig. 119 u. 120), so bewirkt die erhabene Linse eine stärkere, die vertiefte eine schwächere Brechung der Lichtstrahlen, so daß die von einem Punkte, *l*, ausgehenden Strahlen genau auf der Netzhaut sich wieder vereinigen und so ein scharfes Bild des Gegenstandes auf derselben entsteht.

Es versteht sich von selbst, daß für die verschiedenen Grade der Kurz- und Fernsichtigkeit auch die Brillen von verschiedener entsprechender Beschaffenheit sein müssen.

Die **Erblindung** kann durch Lähmung des Sehnervs entstehen, und man bezeichnet dieses unheilbare Uebel als den sogenannten **schwarzen Staar**. Oefter findet man jedoch den **grauen Staar**, oder vielmehr das Trüb- und Undurchsichtigwerden der Linse des Auges, als Ursache von dessen Erblindung. Eine Heilung ist in diesem Falle dadurch möglich, daß eine geübte und sichere Hand mit einem spitzen und scharfen Instrument die Häute des Auges an einem Punkte durchsticht und die trübe Linse entweder durch die Pupille herauszieht oder dieselbe in die Tiefe drückt, so daß jetzt Licht durch die Pupille in die Augenkammer gelangen kann. Damit aber die zerstreut einfallenden Lichtstrahlen gebrochen und vereinigt auf die Netzhaut geworfen werden, erhält das operirte Auge eine Brille mit sehr stark brechenden Sammellinsen.

Die Augen der vollkommneren Thiere, nämlich der Säugethiere, Vögel, Lurche und Fische stimmen im Wesentlichen ihres Baues mit dem oben beschriebenen des menschlichen überein. Die unvollkommneren Thiere entbehren entweder der Augen gänzlich, oder ihre Augen haben eine besondere Einrichtung (siehe Fig. 121). Auf der halbkugelförmigen Netzhaut, *fg*, stehen eine große Anzahl kleiner hohler Kegel, wie *abcd*, durch welche von den verschiedenen Punkten eines Gegenstandes Lichtstrahlen auf die Netzhaut fallen. Diese Thiere können nur nahe Gegenstände sehen, welche ihnen ungefähr so erscheinen wie uns, wenn wir durch ein Drahtgitter sehen. Jeder kleine Kegel ist oben mit einer durchsichtigen Haut überzogen, wodurch ein solches Auge eine von vielen kleinen Flächen begränzte Halbkugel darstellt, deren Anzahl 12 bis 20,000 beträgt. Alle Insekten, wie z. B. unsere Stubenfliegen, haben solche Augen. Manche haben jedoch neben den Flächen-Augen noch Linsen-Augen, was z. B. bei den Spinnen der Fall ist.

Fig. 121.

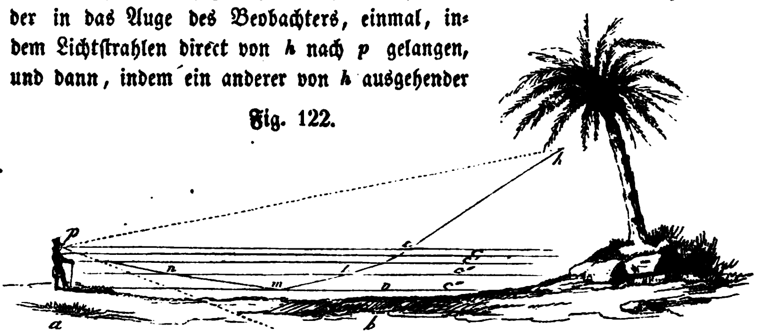


§. 169. Unter gewissen Umständen sind in der Natur selbst Bedingungen erfüllt, welche eine merkwürdige **Spiegelung** der Gegenstände zur Folge haben, die wohl auch unter dem Namen **Luftbilder**, **Fata morgana** oder **Mirage** beschrieben werden.

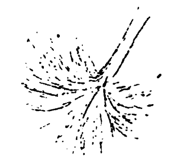
Zu dieser Erscheinung sind große Ebenen erforderlich, über welchen eine außerordentlich ruhige Luftschicht sich befindet, so daß die nach Sonnenaufgang er-

wärmten und daher verdünnten unteren Luftschichten nur sehr allmälig mit den oberen dichteren sich mischen. Von erhabenen Gegenständen, die in solchen Ebenen sich befinden, gelangen nun, wie bei Fig. 122 angedeutet ist, zwei Bilder in das Auge des Beobachters, einmal, indem Lichtstrahlen direct von *h* nach *p* gelangen, und dann, indem ein anderer von *h* ausgehender

Fig. 122.



Strahl in den weniger dichten Luftschichten c, c', c'', c''' eine solche Brechung erleidet, daß er dem Beobachter aus der Richtung *z* zu kommen scheint, weshalb er in dieser das zweite aber umgekehrte Bild des Gegenstandes sieht. Zwischen beiden Bildern befindet sich eine Luftschicht, so



daß nun das Ganze den Eindruck hervorbringt, als ob man eine Reihe von Gegenständen, wie Bäume, Hügel, Thürme u. s. w. sähe, die sich in einem See oder Meere spiegeln.

Besonders häufig sind der Natur der Gegend nach solche Luftbilder in den Wüsten Aegyptens, und erregen den Reisenden oft die schmerzlichsten Täuschungen, indem sie inmitten glühenden Sandes ein erquickendes Gewässer vor sich zu sehen glauben, das dann trügerisch verschwindet.

Es giebt noch einige Aenderungen in diesen Spiegelungen, die auch über Meeren und anderen Orten, wiewohl seltener, wahrgenommen werden.

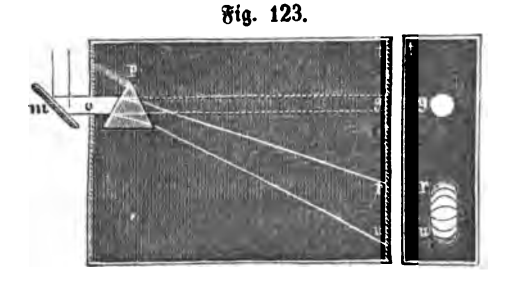
Höfe um Sonne und Mond, so wie Nebensonnen und Nebenmonde werden zuweilen wahrgenommen, wenn diese Himmelskörper durch sehr dünne Wolkenschleier betrachtet werden, die den Himmel überziehen. Auch hier hält man theils Brechung, theils die Zurückwerfung des Lichtes für die Ursachen der Erscheinung.

Die Farben.

§. 170. Läßt man mittels des kleinen Spiegels *m*, Fig. 123 (a. folg. S.), durch die Oeffnung *o* eines Fensterladens einen Lichtstrahl in ein ganz dunkles Zimmer fallen, so bildet derselbe auf der gegenüberstehenden Wand *t* einen weißen, runden Fleck *g*. Bringt man jedoch hinter die Oeffnung ein dreikantiges Stück

Glas, ein sogenanntes **Prisma**, wovon *p* den Durchschnitt zeigt, so wird der Lichtstrahl nicht nur bedeutend von seinem Wege abgelenkt, sondern wir erhalten zwischen *r* und *u* ein längliches Lichtbild, welches wunderbarer Weise aus herrlichen Farben besteht, indem unten bei *u* ein **violetter** Streif sich zeigt, auf welchen **indigoblau**, **blau**, **grün**, **gelb**, **orange** und endlich **roth** folgen. Es sind dies dieselben Farben in gleicher Reihe, wie die des Regenbogens, weshalb sie auch die **prismatischen** oder Regenbogenfarben heißen.

Fig. 123.



Der weiße Lichtstrahl der Sonne wird also von dem Prisma nicht nur gebrochen, sondern er wird dabei in sieben leuchtende Strahlen von verschiedener Farbe **zerlegt**. Wir nennen daher auch den weißen Strahl zusammengesetztes oder **gemischtes** Licht, weil es aus den sieben **einfachen** Lichtstrahlen gebildet wird. Die Möglichkeit der Zerlegung des Lichtes überhaupt beruht darauf, daß seine Bestandtheile in **verschiedenem Grade brechbar** sind. Denn betrachten wir nur das Farbenbild Fig. 123, so sehen wir, daß das rothe Licht näher bei dem, ohne Brechung entstehenden weißen Bilde liegt, als das violette. Jenes ist also am wenigsten, dieses am stärksten brechbar. Die verschiedene Brechbarkeit hat aber ihren Grund darin, daß die Lichtwellen der einfachen Strahlen ungleiche Länge haben, ähnlich wie die Verschiedenheit der Töne auf der Ungleichheit der Tonwellen beruht.

Fängt man die vom Prisma ausgehenden sieben farbigen Strahlen mittels einer Sammellinse auf, so werden sie in deren Brennpunkt wieder zu **weißem** Licht vereinigt. Ja, dieser Versuch läßt sich auch in der Art anstellen, daß man die Kreisfläche eines Kreisels mit gleich großen Ausschnitten von farbigem Papier beklebt, deren Farben möglichst den prismatischen gleichen. Wird dieser Kreisel in Bewegung gesetzt, so werden im Auge die Eindrücke jener Farben vermischt, und die bunte Oberfläche des Kreisels erscheint weiß.

Weiße Körper sind daher solche, welche alle Lichtstrahlen in ihrer ursprünglichen Mischung zurückwerfen, während **schwarze** dieselben aufnehmen. Aber kaum giebt es einen Körper, bei dem das Eine oder Andere je vollkommen stattfindet. Daher entstehen die Mittelstufen von Weiß durch Grau in's Schwarze.

Aber es giebt auch Körper, deren Theilchen eine besondere Anordnung haben, vermöge welcher nur die Schwingungen gewisser Lichtwellen vollkommen aufgehoben werden, während einzelne Lichtwellen ungeändert zurückgeworfen werden. Ein **rother** Körper z. B. vernichtet alle farbigen Lichtstrahlen des auf

ihn fallenden gemischten Lichtes und wirft nur das Roth zurück. Ebenso erklären wir alle übrigen Farben der Körper, wie Blau, Grün, Gelb u. s. w.

§. 171. Manche Körper erscheinen nur dann gefärbt, wenn man durch größere Massen derselben blickt. Dieses ist z. B. beim Glase und bei dem Eise der Fall, die in dünnen Schichten farblos, in dickeren blau oder grün aussehen. Auch die Luft in einer Schicht von der Höhe der Atmosphäre betrachtet, hat eine schöne, blaue Farbe. Wäre sie nicht vorhanden, so würde der Himmelsraum schwarz erscheinen. In der That erscheint auf sehr hohen Bergen der Himmel tief dunkelblau, weil über denselben durch die weniger hohe und dichte Luftschicht das Schwarz des Weltraums dringt. Auch in der Ebene erscheint gerade über unseren Häuptern die Luft dunkler blau als an dem Horizont, weil wir, nach letzterem blickend, durch eine Luftschicht von größerer Ausdehnung sehen, als die über uns befindliche ist. Entfernte Berge erhalten ihre blaue Farbe durch die beträchtliche Luftschicht, welche zwischen denselben und unserem Auge sich befindet.

Die rothe und gelbe Farbe des Himmels, die wir mit dem Namen Abend- und Morgenroth bezeichnen, wird dem in der Luft befindlichen Wasserdampfe zugeschrieben, der, namentlich wenn er aus der Nebel- in die eigentliche Dampfform übergeht, die Eigenschaft hat, nur dem rothen und gelben Lichte den Durchgang zu gestatten. Ein solcher Uebergang fällt aber in jene Tageszeiten, welche die Namen bezeichnen.

Der Regenbogen.

§. 172. Der Regenbogen ist eine durch seine Farbenpracht so ausgezeichnete Natur-Erscheinung, daß sie mehr wie jede andere geeignet ist unsere Aufmerksamkeit zu erregen. Wenn auch Regen und Sonnenschein als die allgemeinen Bedingungen seiner Entstehung Jedermann bekannt sind, so ist doch eine genauere Erklärung des Regenbogens in wenig Worten nicht möglich, so daß wir uns hier nur darauf beschränken, zum Verständniß desselben hinzuleiten.

Daß der Regenbogen auf der Brechung und Zerlegung des Lichts beruhe, liegt nahe, wenn man die durch das Prisma §. 170 hervorgerufenen Farben betrachtet, welche in Ton und Reihenfolge mit denen des Regenbogens übereinstimmen.

Nicht selten hat man Gelegenheit, einen im Grase oder Gebüsch hängenden Thau- oder Regentropfen zu beobachten, der dem Auge einen lebhaften rothen Lichtstrahl zusendet. Indem man die Stellung des Auges nur sehr wenig verändert, kann es leicht gelingen, denselben Tropfen der Reihe nach gelb, grün, blau und violett zu erblicken, oder auch ganz ungefärbt. Dies beweist, daß die in gewisser Richtung auf den Wassertropfen fallenden Lichtstrahlen von demselben gebrochen und in die farbigen Strahlen zerlegt werden, die dem Auge sichtbar werden, wenn es sich in der Richtung der austretenden Strahlen befindet.

Wir können uns daher den Fall denken, daß von sieben verschiedenen Tropfen gleichzeitig die sieben prismatischen Farben nach unserem Auge gelangen, vorausgesetzt, daß zufällig die hierzu erforderliche gegenseitige Lage gegeben ist. Dieses ist nicht selten der Fall, wenn an Wasserfällen, Schaufelrädern der Dampfschiffe, Springbrunnen u. a. m. das Sonnenlicht auf eine Masse fallender Wassertropfen trifft.

Wir erblicken den Regenbogen Vormittags stets nur im Westen und Nachmittags im Osten, so daß wir bei Betrachtung desselben der Sonne den Rücken zukehren und vor uns eine Regenwand haben. Die Sonne darf jedoch, um den Regenbogen zu erzeugen, nicht allzu hoch, und zwar nicht über 42 Grad über den Horizont sich erhoben haben. Daher sehen wir diese Erscheinung in der Regel Morgens oder gegen Abend, und nur im Winter, wo die Sonne ohnehin sehr tief steht, ist sie zuweilen in den dem Mittag näheren Stunden sichtbar. Eigentlich bildet der Regenbogen einen ungeheuren Kreis, von dem für uns jedoch die unter dem Horizont liegende Hälfte nicht sichtbar ist. Doch treffen mitunter Umstände ein, die namentlich von den Masten der Schiffe kreisförmige Regenbogen erscheinen lassen. Da von allen Punkten des Regenbogens Lichtstrahlen in unser Auge gelangen, so ist dieses gleichsam die Spitze eines Kegels, dessen Grundfläche der Regenbogen selbst ist und dessen Axe eine durch den Mittelpunkt des Regenbogens und unser Auge gelegte gerade Linie vorstellt, deren Verlängerung in den Mittelpunkt der Sonne trifft.

In der Regel sieht man neben dem Regenbogen noch einen zweiten, oder Nebenregenbogen, der weit weniger lebhaft gefärbt erscheint als der erste. Dieses rührt daher, daß während bei dem ersten Regenbogen die Lichtstrahlen nur einmal gebrochen werden, der zweite in Folge einer in anderen Wassertropfen stattfindenden zweimaligen Lichtbrechung entsteht, wodurch das Licht sehr geschwächt wird. Auch ist zu bemerken, daß bei dem letzteren die Reihenfolge der Farben umgekehrt wie die des Hauptregenbogens ist, bei welchem Roth den äußersten, größten Kreis und Violett den innersten einnehmen.

III. Erscheinungen der Strömung.

Elektricität. Magnetismus.

§. 173. Wenn wir im Stande wären, hier alle einzelne Beobachtungen und Thatsachen aus dem Gebiete der Elektricität und des Magnetismus anzuführen, so würde uns der Fleiß und der Scharfsinn der Forscher in Staunen und lebhafte Bewunderung versetzen. Wenn wir aber die Beschreibung alles dessen, was seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in dieser Hinsicht geleistet wurde, sammeln wollten, so würden wir eine ganze Bibliothek damit anfüllen können.

Aber ungeachtet dieses Reichthums der Erscheinungen ist es hier schwieriger, auf den einfachsten Grund, auf das Wesen aller durchzudringen. Kaum läßt sich eine Vorstellung gewinnen, die, wie bei Schall, Wärme und Licht, das Allgemeine aus dem Einzelnen leicht erfaßlich darstellt.

Es scheint, als ob der alle Materie durchdringende und erfüllende Aether in eine eigenthümliche Bewegung versetzt werden könne, die Strömung genannt wird, und die das charakteristische Merkmal hat, daß sie stets wieder in sich selbst zurückzulaufen strebt, wie dies in der einfachsten Form bei der Kreisbewegung der Fall ist. Diese Ströme kann man entweder als Strombündel oder als Stromfläche neben einander sich bewegend denken, und daraus verschiedene Erscheinungen ableiten, die theils als Elektricität, theils als Magnetismus sinnlich wahrnehmbar werden. Besondere Erscheinungen entstehen zum Theil aus den Einwirkungen, wenn zwei solche Ströme einander in verschiedener Weise genähert werden. So ziehen sich parallele nach einer Richtung gehende Ströme gegenseitig an, während die in entgegengesetzter Richtung sich begegnenden Ströme abstoßen.

Die Körper selbst können sich nun gegen diese Strömung des Aethers ebenso verschieden verhalten, wie gegen die Wellenbewegung desselben, und so die mannichfaltigsten Erscheinungen entstehen, von denen wir jetzt die wichtigsten anführen. Wir wenden dabei jedoch Namen an, die in keiner Beziehung zu obiger Vorstellung stehen, da diese nicht hinreichend begründet ist, um in alle Erscheinungen eingeführt zu werden.

1) Elektricität.

§. 174. Die Ursachen, welche elektrische Erscheinungen hervorbringen, sind folgende: 1) Die Reibung verschiedener Körper an einander. 2) Wenn Körper, die

entweder in Structur, Temperatur oder ihrem chemischen Charakter nach von einander verschieden sind, in gegenseitige Berührung gesetzt werden. 3) Beim Uebergang eines Körpers in einen anderen Zustand. 4) In Folge chemischer Veränderungen der Körper. 5) Manche Thiere entwickeln willkührlich Elektricität, andere unwillkührlich.

Am bedeutendsten sind die aus Nro. 1, 2 und 4 entstehenden Erscheinungen.

§. 175. 1) Elektricität durch Reibung. Wenn man ein Stück Siegellack, oder Harz, oder Schwefel mit Wolle reibt, so erhalten dieselben die Eigenschaft, leichte Körperchen, wie Papierschnitzel, Haare u. s. w., in einiger Entfernung anzuziehen. Dies ist die älteste elektrische Erscheinung, denn sie war schon den Griechen bekannt, die sie am geriebenen Bernstein, den sie Elektron nannten, wahrnahmen, und man leitet daher den Namen Elektricität ab. Eine Glasröhre mit einem seidenen Tuche stark gerieben, erhält dieselbe Eigenschaft. Man sagt daher, diese Körper sind nach dem Reiben elektrisch, und die Ursache der Anziehung ist die ihnen verliehene Elektricität.

Da eine große Anzahl von Körpern durch Reiben diese Eigenschaft nicht erlangt, so hat man sie unelektrische genannt, im Gegensatz zu den elektrischen. Zu ersteren gehören besonders die Metalle, zu letzteren die bereits angeführten. Bei genauerer Beobachtung findet man jedoch, daß es, streng genommen, keinen unelektrischen Körper giebt, indem alle in elektrischen Zustand versetzt werden können, was jedoch bei vielen nur in sehr geringem Grade der Fall ist.

Reibt man Glas oder Harz im Dunkeln sehr stark, so sieht man einen leuchtenden Schein auf deren Oberfläche, und wenn man diese geriebenen Körper dem Knöchel eines Fingers oder einem metallenen Gegenstand nähert, so sieht man wohl auch einen lebhaften Funken mit einem knisternden Geräusch auf letzteren überspringen, der an der getroffenen Stelle des Fingers einen kleinen stechenden Schmerz verursacht. Man nennt diese Erscheinung den elektrischen Funken.

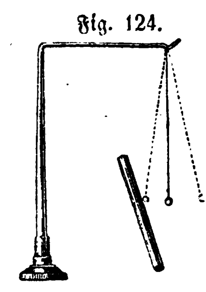
Die Elektricität befindet sich stets nur an der Oberfläche der elektrisirten Körper. Dem Glas und Harz wird sie nur an den Punkten entzogen, welche man unmittelbar berührt. Nähert man dem geriebenen Glase oder Harze einen metallischen Körper, so geht die Elektricität auf letzteren über, und derselbe besitzt jetzt alle elektrischen Eigenschaften, er zieht leichte Theilchen an und giebt Funken. Bemerkenswerth ist indeß, daß die Metalle ihre Elektricität sogleich und vollständig verlieren, wenn sie auch nur an einem einzigen Punkte berührt werden. Solche Körper, die dem elektrischen Glase und Harze die Elektricität entziehen und dadurch selbst elektrisch werden, heißen Leiter, andere, die dieses nicht bewirken, werden Nichtleiter genannt.

Die besten Leiter der Elektricität sind die Metalle. Auch Flüssigkeiten, Wasserdampf und der Körper des Menschen, der Thiere und frische Pflanzen sind vorzügliche Leiter. Gar nicht oder nur in höchst geringem Grade wird

die Elektricität von Glas, Harz, Wolle, Seide und trockner Luft fortgeleitet. Wenn man einem elektrisirten Glase, Harze oder Metalle einen Körper von Glas nähert, so nimmt dieser keine Spur von Elektricität auf. Man kann daher die Elektricität auf einem Körper zurückhalten, wenn man ihn mit guten Nichtleitern umgiebt. So z. B. verliert irgend ein Metallkörper, den wir in trockner Luft auf eine Glasplatte oder Harzscheibe legen, und ihm alsdann Elektricität mittheilen, dieselbe nur, wenn man ihm einen Leiter nähert. Körper, die von allen Seiten nur von Nichtleitern umgeben sind, nennt man isolirt, und die Nichtleiter heißen auch wohl Isolatoren.

Hängt man, wie Fig. 124, ein Kügelchen von Kork an einem Seidenfaden auf, und nähert demselben geriebenes Siegellack, so wird der Kork angezogen, bis er endlich das Lack berührt. Aber in dem Augenblick, wo dieses geschieht, wird das Kügelchen mit Heftigkeit abgestoßen. Es hat jetzt einen Theil der Elektricität des Harzes aufgenommen. Bringen wir nun auf's Neue geriebenes Lack in seine Nähe, so wird es auffallender Weise nicht angezogen, sondern im Gegentheil, es flieht in entgegengesetzter Richtung, und es scheint nicht anders, als daß beide mit der vom Harze herrührenden Elektricität geladene Körper sich gegenseitig abstoßen. Ich nehme nun eine Glasröhre, reibe sie mit Seide, und halte sie dem Kork nahe. Schon in beträchtlicher Entfernung bemerken wir, daß derselbe sich nach der Röhre hinbewegt, daß er also von der aus Glas hervorgerufenen Elektricität angezogen wird.

Fig. 124.



Theile ich ferner einem solchen Kügelchen Elektricität des Harzes und einem anderen Elektricität des Glases mit, und nähere sie einander, bis sie sich anziehen oder berühren, so findet man nach der Berührung weder das eine noch das andere mit elektrischen Eigenschaften begabt.

Aus diesen einfachen Versuchen entnehmen wir:

1) Es giebt zweierlei Arten Elektricität, wovon die erste, durch Reiben des Glases gewonnen, positive oder Glaselektricität genannt und durch + Elektricität bezeichnet wird. Die zweite Art enthält man vom geriebenen Harze, sie heißt negative oder Harzelektricität, und wird durch — Elektricität bezeichnet.

2) Körper, die mit gleichnamiger Elektricität geladen sind, stoßen sich ab, solche, die ungleichnamige Elektricität enthalten, ziehen sich an.

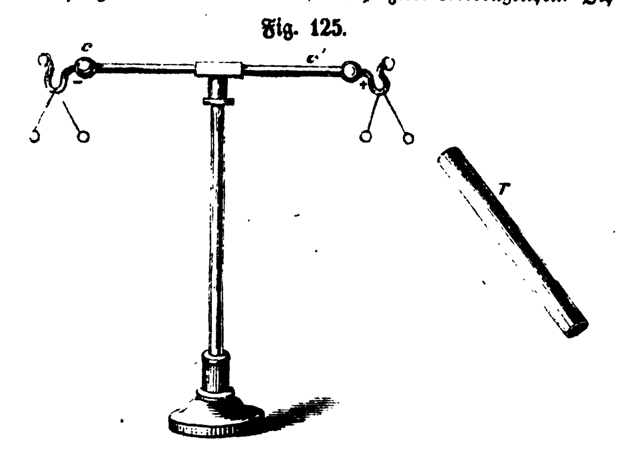
3) Die ungleichnamigen Elektricitäten streben beständig sich zu vereinigen. Ist dieses geschehen, so entsteht 0 Elektricität, d. h. sie heben gegenseitig ihre elektrischen Eigenschaften auf, oder sie binden sich gegenseitig, so daß die Elektricität nicht mehr wahrnehmbar ist.

4) Alle Körper enthalten beide Elektricitäten, in vereinigtem oder gebun-

denem Zustande. Durch verschiedene Ursachen, z. B durch Reiben, können sie getrennt werden. Wenn in diesem Falle der geriebene Körper + Elektricität annimmt, so wird das Reibzeug — elektrisch.

Elektricität durch Vertheilung. Der wagerechte Metallstab $c\,c'$, §. 176. Fig. 125, ist isolirt, da er auf einem Fuße von Glas befestigt ist An seinen beiden Enden hängen an dünnen Metallfäden je zwei Korkkügelchen. Ich nähere

Fig. 125.



dem ersten Paare die durch Reiben — elektrisch gemachte Harzstange r. Man sieht leicht ein, daß die — Elektricität des Harzes die + Elektricität des Metalls anzieht und dessen — Elektricität abstößt, und dadurch die in demselben vereinigt gewesenen Elektricitäten in der Art vertheilt werden, daß bei c' + Elektricität und bei c — Elektricität sich befindet. Sichtbar wird dieses durch die Kügelchen. Die bei c' erhalten beide + Elektricität, und stoßen sich daher ab, und dasselbe geschieht mit den anderen, die beide — elektrisch geworden sind. Entferne ich das Harz r wieder, so hört die Ursache der Vertheilung auf, und beide im Metall getrennte Elektricitäten vereinigen sich wieder, was man aus dem Zusammenfallen der Kügelchen wahrnimmt.

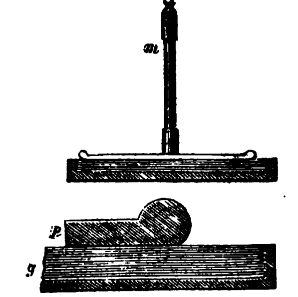
Berühre ich, während die Harzstange r noch in der Nähe von c' sich befindet, das Metall bei c mit dem Finger, so wird die dort befindliche — Elektricität durch meinen Körper abgeleitet, während die am anderen Ende angesammelte + Elektricität durch das — elektrische Harz gebunden bleibt. Entferne ich nun zuerst den Finger und dann das Harz, so ist jetzt das ganze Metall mit + Elektricität geladen, was die Kügelchen durch gegenseitiges Abstoßen anzeigen.

Hätte ich anstatt des Harzes geriebenes Glas genommen, so würden genau dieselben Erscheinungen stattgefunden haben, nur müßten in der gegebenen Beschreibung alle + und alle — Zeichen in die entgegengesetzten verwandelt werden.

Wir besitzen daher in der Vertheilung der Elektricität ein Mittel, irgend einen isolirten Körper beliebig mit + Elektricität oder — Elektricität zu laden.

§. 177. Das Elektrophor (Fig. 126) ist eine sehr einfache Vorrichtung, um mittels Vertheilung eine reichliche Quelle von Elektricität darzustellen. In einen Teller von Weißblech von etwa 1′ Durchmesser und Fingerbreit Höhe wird ein Gemisch von zwei Theilen Schellack mit einem Theil Terpentin gegossen, so daß die Masse nach dem Erkalten einen möglichst glatten Kuchen bildet. Derselbe wird durch Reiben mit einem Katzenfelle elektrisch gemacht, und dann der sogenannte Deckel aufgesetzt Letzterer besteht aus einer Blechscheibe und hat in der Mitte einen Griff von Glas *m*. Betrachten wir nun die Wirkung des Elektrophors, indem *p* ein Stück des Deckels und *g* ein solches des Kuchens vorstellt. Durch das Reiben

Fig. 126.

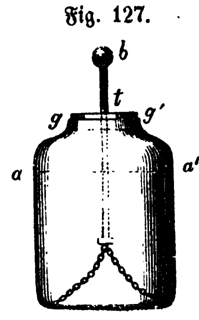


wird die Elektricität des Kuchens vertheilt, so daß auf seiner Oberfläche — Elektricität, auf der unteren + Elektricität angesammelt ist. In dem aufgesetzten Deckel entsteht aber gleichfalls eine Vertheilung, denn offenbar wird seine + Elektricität durch die — Elektricität des Kuchens gebunden. Berühre ich daher den aufliegenden Deckel mit dem Finger, so wird dessen freie — Elektricität durch meinen Körper abgeleitet. Entferne ich hierauf den Finger, und hebe jetzt den Deckel an seinem isolirenden Griff auf, so erscheint er mit freier + Elektricität geladen. Ich kann mich desselben jetzt zu allen Versuchen bedienen, zu welchen wir seither geriebenes Glas oder Harz benutzten. Ist dieser Apparat nur einigermaßen entsprechend eingerichtet, so erhält man aus dem geladenen Deckel einen lebhaften Funken, wenn man ihm den Knöchel des Fingers nähert.

Ist dadurch dem Deckel seine Elektricität entzogen worden, so kann er durch Wiederholung des obigen Verfahrens auf's Neue geladen werden. Als besonders merkwürdig ist anzuführen, daß man selbst nach Wochen und Monaten beim Aufheben des Deckels noch einen Funken aus demselben erhalten kann.

§. 178. Die Leydner oder Kleistische Flasche ist Fig. 127 abgebildet. Dieselbe ist ein gewöhnliches Einmach- oder Zuckerglas, das bis zur Höhe *aa′* inwendig und auswendig mit Stanniol überklebt ist. Die Oeffnung ist durch ein Stück Kork oder Holz *gg′* verschlossen, durch welches ein Draht *t* gesteckt ist, der oben in eine Messingkugel *b* und unten in eine Kette endigt, die jedenfalls den Boden des Gefäßes berühren muß. Bringt man vermittels der Kugel die innere Metallbelegung mit irgend einer Elektricitäts-Quelle (z. B. dem Deckel des Elektrophors) in Berührung, so erhält sie eine

Fig. 127.

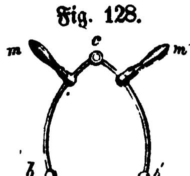


Ladung von + Elektricität. Diese wirkt durch das Glas hindurch zertheilend auf die Elektricität der äußeren Belegung, indem sie eine entsprechende Menge — Elektricität bindet, und die ihr selbst gleichnamige + Elektricität der äußeren Belegung abstößt, die nun durch den leitenden Gegenstand, auf welchem die Flasche steht, nach der Erde geleitet, auf deren großer Oberfläche sich vertheilt und vollkommen verschwindet.

Das Ergebniß ist also: auf der inneren und äußeren Belegung befinden sich entgegengesetzte Elektricitäten, die durch das zwischen beiden befindliche Glas an ihrer Vereinigung gehindert werden. In dem Augenblicke jedoch, wo wir die beiden Belegungen durch einen leitenden Körper in Verbindung bringen, vereinigen sich ihre Elektricitäten. Geschieht dieses, indem man mit der einen Hand die äußere Belegung und mit der anderen die Kugel berührt, so nehmen die Elektricitäten ihren Weg durch den Körper, und man empfindet dabei eine eigenthümliche Erschütterung, namentlich in den Gelenken, welche man den elektrischen Schlag nennt. Seine Stärke ist von der Menge der Elektricität abhängig, und 40 bis 50 Funken, die man aus dem Deckel des Elektrophors in die Kugel der Flasche überschlagen läßt, bilden eine Ladung, die schon einen stark fühlbaren Schlag ertheilt. Wenn mehrere Personen, indem sie sich die Hände geben, einen Kreis bilden, und die letzte der einen Seite die Kugel, und die der anderen Seite die äußere Belegung einer geladenen Flasche berühren, so empfinden Alle gleichzeitig einen Schlag von gleicher Stärke. Die Anzahl der Personen ist dabei ganz gleichgültig.

Die Entladung der Flasche kann jedoch auch geschehen, ohne daß man den Schlag selbst empfindet, indem man sich des Ausladers, Fig. 128, bedient, der von Messing und mit den gläsernen Griffen $m\,m'$ versehen ist. Indem man diese anfaßt und mit dem Metallknopf b' die äußere Belegung und mit dem anderen Knopfe b die Kugel der geladenen Flasche berührt, erfolgt die Vereinigung der Elektricität unter Ueberspringen eines lebhaften Funkens.

Fig. 128.

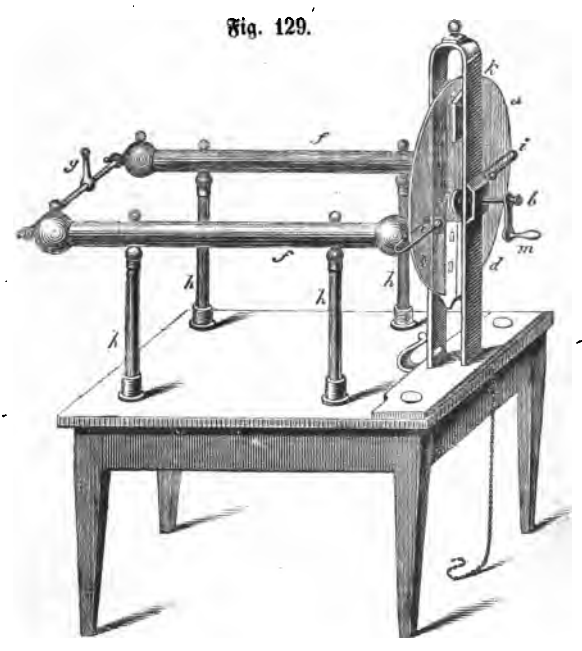


Die Verbindung mehrerer Flaschen bildet eine elektrische Batterie, die, nachdem sie geladen ist, Schläge von furchtbarer Stärke geben kann. Die Funken springen dann schon in der Entfernung von mehreren Zollen und mit heftigem Knalle über. Thiere kann man durch solche Entladungen tödten. Läßt man den Schlag durch einen langen Draht gehen, der an einer Stelle unterbrochen wird, so schlägt an dieser Lücke ein Funke über, vorausgesetzt, daß sie nicht allzu groß war. Dieselbe Erscheinung findet Statt, wenn viele kleine Lücken vorhanden sind, so daß auf diese Weise sehr artige Lichterscheinungen sich hervorbringen lassen. §. 179.

Zur Hervorbringung starker elektrischer Erscheinnngen bedient man sich der Elektrisirmaschine (Fig. 129 auf folgender Seite). Die gewöhnlichste besteht aus einer 1/4 bis 1/2 Zoll dicken Glasscheibe, von 2 bis 4 Fuß Durchmesser. Sie ist um ihre Axe drehbar, und reibt sich beim Umdrehen an 4 Kissen, die §. 180.

mit einem Metallgemenge von Zinn und Quecksilber (Amalgam) bestrichen sind. Die hierdurch am Glase frei werdende + Elektricität wird auf dem sogenannten **Conductor** aufgesammelt. Derselbe besteht aus blank polirten hohlen Walzen von Messingblech *ff*, die auf Glasfüßen *h* stehen, und somit isolirt sind.

Fig. 129.



Solche Maschinen werden namentlich zur Ladung der Batterien benutzt, und überhaupt zu einer großen Anzahl von Versuchen, die theils wissenschaftliches Interesse, theils eine sehr angenehme Unterhaltung gewähren.

§. 181. Im Allgemeinen werde noch bemerkt, daß zur Anstellung elektrischer Versuche eine warme und trockne Luft ein Haupterforderniß ist, da feuchte Luft die Elektricität fortleitet, und dieselbe daher nicht leicht irgendwo in hinreichender Menge angesammelt werden kann, um kräftige Erscheinungen hervorzubringen. Im Winter lassen sich die Versuche am besten in der Nähe eines stark geheizten Ofens vornehmen, nachdem man die Apparate eine Zeitlang um denselben aufgestellt hatte.

§. 182. Auf das Großartigste treten uns jedoch die elektrischen Erscheinungen in der Natur selbst entgegen. Wenn schwarze Wolken den Himmel bedecken, aus welchen Blitz auf Blitz in hell leuchtenden Zacken hervorbricht, und der Donner krachend drein schlägt und in dumpfem Rollen sich verliert, dann haben wir in der That nichts Anderes als das Ueberschlagen ungeheurer, oft mehrere Meilen langer elektrischer Funken aus einer Wolke auf die andere oder auf die Erde

während der Donner nur das verstärkte Knistern ist, welches den kleinsten, dem Elektrophor entlockten Funken begleitet.

Wenn wir auch keine genaue Vorstellung haben, auf welche Weise freie Elektricität in verschiedenen Wolken gesammelt wird, so hat doch Franklin schon im Jahre 1752 das Vorhandensein derselben bewiesen, indem er einen gewöhnlichen Papierdrachen während eines Gewitters in die Luft sich erheben ließ. Die Schnur desselben leitete hinlänglich Elektricität, um elektrische Erscheinungen zu zeigen. In verstärktem Grade erhält man diese, wenn ein dünner Draht in die Schnur eingeflochten wird. Man hat seitdem gefunden, daß die Atmosphäre sehr häufig im elektrischen Zustande sich befindet, ohne daß wir Gewitter wahrnehmen, so daß wir als gewiß annehmen, daß jene wunderbaren Strömungen überall verbreitet sind, und manche Einflüsse ausüben und Erscheinungen veranlassen, die uns bis jetzt noch räthselhaft erscheinen.

Nähert sich eine, z. B. mit freier + Elektricität beladene Wolke der Erdoberfläche, so wirkt sie vertheilend auf die Elektricität derselben und — Elektricität strömt von der Erde nach der Wolke, so lange, bis beide Elektricitäten sich ausgeglichen haben. Auf diese Weise gehen bei weitem die meisten elektrischen Wolken über die Erde hinweg, ohne von auffallenden Erscheinungen begleitet zu sein.

Ist die elektrische Wolke der Erde sehr nahe gekommen, und befinden sich an deren Oberfläche erhabene Gegenstände, durch welche vorzugsweise ein starkes Ausströmen der Elektricität stattfindet, wie Thürme, Bäume, Bergspitzen u. s. w., so vereinigen sich beide Elektricitäten unter Ueberspringen eines heftigen Funkens, was wir durch das Einschlagen des Blitzes zu bezeichnen gewöhnt sind.

§. 183

Die Blitzableiter machen ein Gewitter weniger gefährlich, indem sie der elektrischen Wolke beständig die entgegengesetzte Elektricität zuleiten und dadurch ihre Elektricität entweder aufzuheben oder doch sehr zu verringern im Stande sind. Schlägt indessen wirklich ein Funke aus der Wolke über, so wird er vorzugsweise in die hohe, eiserne Stange, aus welcher der Blitzableiter besteht, schlagen, und da jene außerhalb an den Gebäuden herunter in die Erde geführt ist, so wird der elektrische Strom diesem guten Leiter folgen und das Gebäude nicht berühren. Man kann annehmen, daß ein zweckmäßig eingerichteter Blitzableiter einen Umkreis beschützt, dessen Halbmesser ungefähr 20 Fuß beträgt.

Bekanntlich hört man den Donner etwas später, als der Blitz wahrgenommen wird. Es beruht dies darauf, daß der Schall viel langsamer sich fortpflanzt als das Licht. Nur wenn ein Gewitter unmittelbar über unseren Häuptern sich entladet, namentlich aber wenn es in der Nähe einschlägt, bemerken wir Blitz und Donner gleichzeitig. Je länger dagegen die zwischen beiden erfolgende Pause, desto entfernter das Gewitter. Ist ein Gewitter sehr entfernt, so sieht man nur den Blitz, ohne den Donner zu hören, und nennt dies Wetterleuchten.

Die Wirkungen des Blitzes sind immer höchst gewaltsam, mitunter furchtbar. Er zertrümmert jedes Hinderniß, das im Wege liegt, schmilzt Metalle, entzündet brennbare Körper und tödtet Menschen und Thiere. In der Regel nimmt man an diesen keine Verletzung wahr. Dabei verbreitet er einen eigenthümlich erstickenden, schwefelartigen Geruch, den man übrigens, wie wohl in schwachem Grade, an auch kräftigen Elektrisir-Maschinen wahrnimmt.

Da die Elektricität sich vorzugsweise in Spitzen anhäuft, so vermeidet man während des Gewitters die Nähe hervorragender Gegenstände, wie Thürme, Bäume, hohe Schornsteine u. s. w. Wahrhaft gefährlich sind einzeln stehende Bäume oder Baumgruppen auf freiem Felde, und jedes Jahr erreicht der Blitz gerade dort unglückliche Opfer, wo dieselben Schutz gegen Sturm und Regen suchen!

§. 184. 2) Elektricität durch Berührung. Es ist bereits angeführt worden, daß Körper, die entweder chemisch, oder in ihrer Temperatur oder Structur verschieden sind, Elektricität hervorbringen, wenn sie sich gegenseitig berühren. Unter allen Körpern besitzen die Metalle diese Eigenschaft am deutlichsten darstellbar, und unter diesen werden wir vorzugsweise das Verhalten von Zink und Kupfer betrachten, theils weil sie kräftige Erreger der Elektricität sind, theils weil sie die in der Regel angewendeten sind.

§. 185. Elementarversuch. Nimmt man zwei möglichst ebene und glatt polirte Scheiben, die eine von Zink, die andere von Kupfer, jede mit einem isolirenden Stiele versehen, und setzt ihre blanken Flächen auf einander, so ist, nachdem man beide wieder getrennt hat, das Zink mit +Elektricität und das Kupfer mit —Elektricität geladen. Freilich ist die Ladung sehr schwach und kann nur an sehr empfindlichen, besonders eingerichteten Elektricitätsanzeigern nachgewiesen werden. Die Platten selbst erleiden bei diesem Versuch wenigstens keine nachweisbare Veränderung.

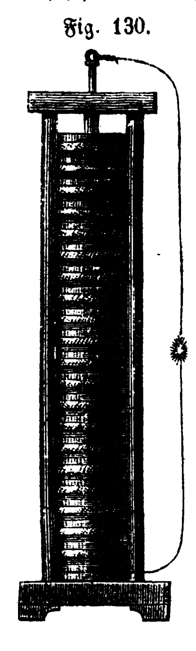
Aehnlich ist der folgende Versuch: Man klebt von Goldpapier je zwei Bogen mit der Rückseite zusammen, und verfährt eben so mit Silberpapier. Aus beiden schneidet man etwa thalergroße Scheibchen, schichtet sie aufeinander, so daß abwechselnd Gold- und Silberpapier folgen, und schiebt die etwas zusammengepreßte Säule in eine Glasröhre. Diese wird an beiden Enden mit Kork verschlossen, durch welchen Drähte gesteckt sind. Man kann auf diese Weise Säulen von 500 bis 2000 Paaren bilden, und findet alsdann, je nachdem man den einen oder anderen Draht untersucht, jeden derselben mit entgegengesetzter Elektricität geladen. Dieser Apparat heißt die trockne oder Zambonische Säule, und behält unter günstigen Verhältnissen Jahre lang unausgesetzt seine Wirksamkeit.

Die beiden genannten Versuche sind fast die einzigen, wo Elektricität einfach durch Berührung hervorgebracht wird. In den meisten übrigen Fällen wirkt außer der Berührung noch die chemische Zersetzung als Erreger der Elektricität wesentlich mit.

§. 186. Die Volta'sche Säule oder Galvanische Kette, nach Galvani, dem Entdecker, und Volta, dem Begründer der Berührungserscheinungen, be-

nannt, sehen wir in **Fig. 130.** Sie ruht in einem Gestelle, dessen unterer und

Fig. 130.



oberer Theil aus Holz besteht. Beide sind durch drei Glasstäbe mit einander verbunden. Zu unterst legt man eine Kupferscheibe und auf diese eine Scheibe von Zink. In der Regel löthet man die Kupferscheibe mit ihrer ganzen Fläche auf eine Zinkscheibe, was das Geschäft des Aufbauens sehr erleichtert. Nach dem Zink kommt eine Scheibe von Pappe, Wollenzeug oder Filz, die vorher in Wasser eingeweicht und wieder ausgedrückt worden war. Genau in derselben Reihenfolge fährt man im Aufbau der Säule fort, so daß man wohl 20 bis 40 Paare schichten kann, und das Ganze durch eine Zinkscheibe geschlossen ist.

Das Zink-Ende der Säule wird der positive Pol, das Kupfer-Ende wird der negative Pol genannt. An diesen findet man nämlich die durch Berührung der Plattenpaare erregten entgegengesetzten Elektricitäten angesammelt. Löthet man, wie in Fig. 130, an die Endplatten Metalldrähte, so bilden deren Enden die Pole der Säule.

Wenn die beiden Drähte, welche die Pole der Säule bilden, sich berühren, so bezeichnet man dieses durch den Ausdruck: die Säule oder Kette ist geschlossen. Man nimmt alsdann äußerlich keine Anzeichen elektrischer Erregung wahr. Allein nichtsdestoweniger findet dieselbe im Innern der Kette Statt. Die an den Polen vorzugsweise gesammelten entgegengesetzten Elektricitäten heben sich bei ihrer Begegnung wechselseitig auf, und es müßte, wie bei der entladenen Leydner Flasche, jede Spur von Elektricität verschwinden, wenn dieselbe nicht fortwährend in jedem Plattenpaare auf's Neue erzeugt würde. In der geschlossenen Kette kreisen daher beständig zwei elektrische Ströme in entgegengesetzter Richtung, und in jedem Punkte des Schließungsdrahtes findet die Vereinigung eines Theiles derselben Statt. In der That, unterbricht man den Draht an einer beliebigen Stelle, wie dies in Fig. 130 angedeutet ist, so sieht man einen beständigen Funken zwischen beiden Drähten. Dasselbe nimmt man wahr, wenn der Draht an mehreren Stellen unterbrochen ist. Vorausgesetzt ist dabei natürlich, daß die zwischen den Drähten befindlichen Lücken nur von unbedeutender Größe sind.

§. 187. Die Wirkungen des in der Kette cirkulirenden Stroms verdienen unsere Aufmerksamkeit in hohem Grade. Man kennt sie wesentlich in dreierlei Unterschieden, nämlich: 1) Wärme- und Lichterscheinungen, 2) Erregung der Nerven und Muskeln, 3) chemische Zersetzungen.

Bringt man zwischen die beiden Schließungsdrähte einen dünnen Draht von irgend einem Metall, so daß der Strom genöthigt ist, seinen Weg durch

denselben zu nehmen, so wird der Draht heiß, rothglühend, ja selbst weißglühend. Eisendraht verbrennt geradezu, während Draht aus dem höchst schwer schmelzbaren Platin in Kügelchen zusammenschmilzt. Die Lebhaftigkeit dieser Erscheinungen hängt von der Stärke der Kette ab. Man hat Beispiele, daß ein 20 Zoll langer Platindraht durch den elektrischen Strom glühend erhalten wurde. Befestigt man zwei zugespitzte Kohlenstückchen an den Schließungsdrähten, und nähert ihre Spitzen einander bis in sehr geringe Entfernung, so ist der Uebergang der Elektricität von einem blendend weißen, dem Sonnenlicht gleichen Lichte begleitet.

§. 188. Die Kette sei durch Berührung der Drähte geschlossen. Ich nehme jetzt in jede Hand einen derselben und hebe ihre Berührung auf. In demselben Augenblicke empfinde ich eine eigenthümliche Erschütterung der Hand- und Armgelenke, die von leichtem Zucken bis zu schmerzhaften Stößen gesteigert werden kann. Dieselbe wiederholt sich, wenn ich die getrennten Drähte wieder vereinige. Die Nervenerschütterung findet also beim Ein- und Austritt des Stromes in und aus dem Körper Statt, denn es ist klar, daß er durch diesen seinen Weg nimmt, sobald der Körper zwischen die Pole der Säule eingeschaltet wird. Durch besondere Vorrichtung kann man die Schließung der Kette beständig in der Art unterbrechen und wiederherstellen, daß der Strom abwechselnd durch den Körper und durch den Draht geht, wodurch ersterer eine Reihe von Erschütterungen erhält, die man namentlich in medicinischer Hinsicht für wichtig hält, und zur Heilung der Krankheiten angewendet hat, deren Ursache in gelähmter oder gestörter Nerventhätigkeit beruht, wie dies bei Lähmungen, Taubheit u. a. m. der Fall sein kann. Die Erfolge sind jedoch im Ganzen hinter den Erwartungen zurückgeblieben, die man sich von dieser Heilungsmethode anfänglich versprochen hat.

§. 189. Die chemischen Wirkungen, welche der elektrische Strom äußert, können erst klar werden, wenn wir die chemischen Erscheinungen betrachtet haben. Für jetzt genüge nur die Andeutung, daß der Strom das Bestreben hat, jede chemische Verbindung, durch welche er geleitet wird, in ihre Bestandtheile zu zersetzen. Die Galvanoplastik ist eine Anwendung dieser Eigenschaft des Stroms.

§. 190. Wir haben oben die Volta'sche Säule in ihrer einfachsten Form kennen gelernt. Sie hat eine große Anzahl von Abänderungen erfahren, sowohl hinsichtlich der Stoffe, aus welchen man sie zusammensetzt, als auch in der Art, wie dieses geschieht. Wesentlich verstärkt wird die Wirkung der Säule, wenn man nicht bloß in Wasser getränkten Filz zwischen die Plattenpaare bringt, sondern wenn der Filz in einer Auflösung von Salz oder in schwacher Salpetersäure eingeweicht wird, oder wenn man die Plattenpaare in Behälter bringt, welche solche Flüssigkeiten enthalten, und sie geeignet durch Drähte verbindet. In diesen Fällen wird die Elektricität unter Eintretung chemischer Zersetzungen außerordentlich verstärkt. Im Allgemeinen nimmt die Wirkung einer Säule

mit der Größe und Anzahl ihrer Plattenpaare zu. Aehnlich wie bei der Leydner Batterie lassen sich mehrere Säulen zu gemeinsamer Wirkung vereinigen.

§. 191. Die lebhafte Einwirkung der durch Berührung erregten Elektricität auf das Nervensystem gab Veranlassung zu ihrer Entdeckung (1789). Galvani hatte abgezogene Froschschenkel, die er zu anatomischen Zwecken verwenden wollte, mittels kupferner Haken an einem eisernen Geländer aufgehängt, und bemerkte an denselben auffallende Zuckungen. Die Verfolgung dieser Erscheinung, namentlich durch Volta, führte zu einer unendlichen Anzahl von Entdeckungen im Gebiete der Elektricität, die noch lange nicht abgeschlossen ist.

Denn ganze Reihen von Erscheinungen, allzu verwickelt, um in kurzen Umrissen darstellbar zu sein, schließen sich dem Mitgetheilten an, und nur auf die Wechselwirkung zwischen Elektricität und Magnetismus werde im Folgenden näher hingewiesen.

8) Magnetismus.

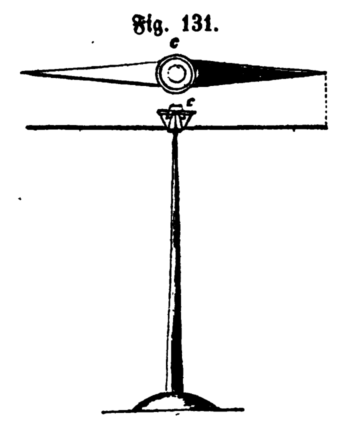
§. 192. Ein ziemlich allgemein verbreitetes Eisenerz besitzt die besondere Eigenschaft, kleine Theilchen von Eisen, z. B. Eisenfeile, anzuziehen, so daß sie an seiner Oberfläche hängen bleiben. Schon im Alterthum war diese Beobachtung bekannt, und man leitet den Namen der Erscheinung von der Stadt Magnesia ab, wo dieselbe zuerst gemacht worden sein soll. Jenes Mineral ist in Schweden so häufig, daß es zur Eisengewinnung benutzt wird. Es wird Magneteisenstein, auch wohl Magnetstein genannt. Außer dem Eisen wird auch das Nickel von dem Magnetstein angezogen. Dasselbe ist jedoch nur schwierig in rein metallischem Zustande zu erhalten, weshalb wir ausschließlich das Verhalten des Eisens zum Magnet betrachten.

§. 193. Die magnetische Eigenschaft des natürlichen Magnetsteins kann leicht auf Stahl übertragen werden, wenn man denselben mit einem Stücke des ersteren in einer gewissen Weise streicht. Der magnetisirte Stahl ist alsdann ein künstlicher Magnet, und da man diesem beliebig zweckmäßige Formen geben kann, so werden alle Beobachtungen mit solchen angestellt. Ein verhältnißmäßig dünner und langer, magnetisirter Stahlstab heißt Magnetnadel, und wir werden zunächst das Verhalten derselben betrachten.

Bestreut man eine Magnetnadel mit Eisenfeile, so hängt sich diese in größter Menge an ihren beiden Enden an, während in der Mitte zwischen denselben durchaus kein Eisentheilchen hängen bleibt. Jene Endpunkte, welche die stärkste Anziehung zeigen, heißen die Pole, und die Stelle, wo gar keine Anziehung stattfindet, heißt der Aequator des Magnets. Dieses läßt sich an allen natürlichen und künstlichen Magneten nachweisen, gleichgültig, welches ihre Gestalt sei. Bei regelmäßig gestalteten Magneten liegen die Pole in der Regel an zwei entgegengesetzten Enden und der Aequator genau in der Mitte zwischen beiden.

§. 194. Wird die Magnetnadel wie Fig. 131 aufgestellt, so daß sie um ihre senkrechte Axe drehbar ist, so nimmt sie nach mehreren seitlichen Schwingungen endlich eine bestimmte Lage an, in die sie stets wieder zurückkehrt, wie oft man sie auch aus derselben bringen mag. Diese Lage ist in der Weise bestimmt, daß die eine Spitze der Nadel immer nach einer vorzugsweise nördlichen Richtung hinweist und daher Nordpol heißt, während das entgegengesetzte nach Süden gerichtete Ende Südpol genannt wird. Durch diese Eigenschaft hat die Magnetnadel eine wichtige Anwendung als Compaß gefunden, indem dieses einfache Instrument dazu dient, unter Umständen, wo andere Hülfsmittel fehlen, die Weltgegenden zu bestimmen, wie auf dem Meere, inmitten großer Wälder, in Bergwerken.

Fig. 131.



§. 195. Wenn man dem Südpol einer wie Fig. 131 aufgestellten Nadel den Südpol einer zweiten Magnetnadel nähert, so flieht die Spitze der beweglichen Nadel. Nähert man im Gegentheil ihrem Südpol den Nordpol eines zweiten Magnets, so kommt sie diesem entgegen, bis beide sich berühren und einander anhängen. Also ähnlich, wie dies bei der Elektricität der Fall ist, sehen wir, daß gleichnamige Pole des Magnets sich gegenseitig abstoßen, ungleichnamige sich anziehen.

§. 196. So ähnliche Körper das Eisen und der Stahl sind, so ist ihr Verhalten in Beziehung auf den Magnet doch wesentlich verschieden. In jedem derselben sind beide Arten des Magnetismus vereinigt. So lange dies der Fall ist, nimmt man an ihnen natürlich keine magnetischen Eigenschaften wahr Beim Eisen kann man leicht, aber nur vorübergehend eine Trennung beider Arten bewirken, es wird daher vom Magnet zwar stark angezogen, aber es wird selbst nur vorübergehend magnetisch. Schwieriger ist es, beide Arten des Magnetismus im Stahle zu zerlegen, weshalb derselbe auch nur in sehr geringem Grade vom Magnete angezogen wird. Ist jedoch die Trennung jener einmal bewerkstelligt, so ist sie dauernd, so daß also der Stahl selbst ein vollkommener Magnet wird.

Das Eisen wird magnetisch gemacht durch Vertheilung, ganz in der Weise, wie wir das Auftreten der Elektricität durch Vertheilung gezeigt haben. Hängt man z. B. an den Nordpol eines Magnets ein Stück Eisen, so wird dessen Magnetismus so zerlegt, daß der Südpol an der Berührungsstelle, und der Nordpol am entgegengesetzten Ende sich befindet. Wird letzterem ein Eisenstückchen genähert, so bleibt es an demselben hängen und erhält ebenfalls polarische Eigenschaften. Es läßt sich auf diese Weise eine kleine Kette von

Eisenstäbchen bilden, die jedoch sogleich auseinanderfällt, wenn man das erste Stück dem Einfluß des Magnets entzieht.

Stahl wird magnetisch durch Bestreichen mit einem natürlichen oder künstlichen Magnet. Man setzt den Nordpol eines solchen in der Mitte eines stählernen Stabes auf und streicht mehrmale nach einem von dessen Enden hin. Dasselbe wiederholt man gleich oft mit dem Südpol nach der entgegengesetzten Richtung. Der Stab ist jetzt selbst ein Magnet und verliert diese Eigenschaft nur, wenn er stark erhitzt wird.

Da wir uns den Magnet nicht als Stoff, sondern als gleichgerichtete Strömung denken, so ist es begreiflich, daß wir mit einem künstlichen Magnet in's Unendliche Magnete erzeugen können, ohne daß jener das geringste von seinen magnetischen Eigenschaften verliert.

Gehen wir ferner von der Vorstellung aus, daß die Wirkung eines Magnets, ähnlich wie die der galvanischen Kette, das Ergebniß einer in jedem Theile desselben stattfindenden Erregung sei, deren Summe an den Polen gesammelt erscheint, so wird es weniger überraschen, wenn wir einen magnetischen Draht zerschneiden und alsdann finden, daß jedes Stück wieder ein vollkommener Magnet mit zwei entgegengesetzten Polen und einem Aequator ist. Es ist gerade so, als ob wir mehrere oder auch nur ein Plattenpaar aus der Kette nehmen, wo jedes derselben wieder eine, wiewohl kleine Kette mit allen wesentlichen Eigenschaften derselben bildet.

§. 197 Eine stählerne Stricknadel von gleichmäßiger Dicke, an einem Faden genau in ihrer Mitte aufgehängt, wird sich im Gleichgewicht befinden und eine wagerechte Lage annehmen. Durch Bestreichen werde jetzt diese in einen Magnet verwandelt und wie vorher wieder aufgehängt. Merkwürdigerweise scheint jetzt die Nadel nicht mehr im Gleichgewicht sich zu befinden, denn das eine Ende neigt sich sehr merklich nach dem Boden, gleichsam als ob es an Gewicht zugenommen hätte. Soll die magnetisirte Nadel wieder eine wagerechte Lage annehmen, so muß sie in einem Punkt aufgehängt werden, der näher an der geneigten Spitze liegt als an der entgegengesetzten.

Sowohl dieser Versuch, als auch der bereits erwähnte Umstand, daß die Nadel immer in einer Richtung sich einstellt, die den Norden und Süden bezeichnet, lassen auf das Vorhandensein einer Ursache schließen, welche diese Erscheinungen bedingt. In der That ist die Erde selbst als ein großer Magnet zu betrachten. Ihre magnetischen Pole befinden sich jedoch nicht genau an derselben Stelle, wo die Erdpole sich befinden, daher denn auch ihr magnetischer Aequator nicht mit dem mittleren Erdgürtel zusammenfällt. Eine Magnetnadel erhält nicht allein ihre Richtung, sondern auch diejenige Anziehung, die ihr Gleichgewicht ändert, von dem Erdmagnetismus. Da der magnetische Nordpol der Erde den Südpol der Nadel anzieht, so muß eigentlich ihre nach Norden gerichtete Spitze Südpol genannt werden, und umgekehrt.

Folgt man der von einer Magnetnadel bezeichneten nördlichen Richtung, so wird man natürlich nicht an den Nordpol der Erde gelangen, da dieser nicht

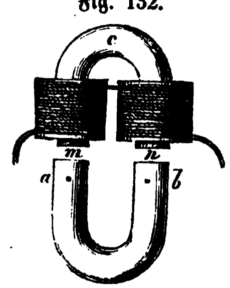
an ein und derselben Stelle mit ihrem magnetischen Pole liegt. Verlängert man in Gedanken die von der Nadel gegebene Richtung, so erhält man einen durch die magnetischen Pole um die ganze Erde gelegten Kreis, welcher der magnetische Meridian heißt. Derselbe schneidet den durch die Erdpole gehenden Meridian in einem Winkel, welcher angiebt, wie viel die Abweichung (Declination) der Richtung der Nadel von der rein nördlichen beträgt.

Die anziehende Kraft, welche die magnetischen Pole der Erde auf die Nadel ausüben, muß an verschiedenen Orten sehr ungleich sein. Denn es befinde sich die Nadel am magnetischen Aequator, so werden Nord- und Südpol derselben gleich stark von den magnetischen Polen der Erde angezogen. Die Nadel wird also eine vollkommen wagerechte Lage annehmen. Nähert man sich jedoch mit derselben entweder dem magnetischen Nord- oder Südpol, so wird sie eine Neigung (Inclination) annehmen, die um so stärker wird, je mehr man sich einem jener Pole nähert. Man ist in der That dem magnetischen Nordpol schon so nahe gekommen, daß die Nadel eine fast senkrechte Lage zur Erdoberfläche angenommen hat.

§. 198. So mag es denn wohl dem Einfluß des Erdmagnetismus zuzuschreiben sein, daß Gegenstände von Eisen oder Stahl magnetische Eigenschaften in geringem Grade erhalten, wenn man dieselben stark streicht, anschlägt, oder aufstößt, besonders wenn man sie dabei in einer Richtung hält, die der Abweichung und Neigung der Nadel entspricht. Ja man findet z. B. in der Werkstätte eines Schlossers oder Schmiedes schwerlich ein eisernes Werkzeug, an dem nicht einige Spähne von Eisenfeile hängen bleiben.

§. 199. In hohem Grade auffallend ist die Wechselwirkung zwischen Elektricität und Magnetismus. Wenn ein walzenförmiges Stück Eisen mit Kupferdraht vielfach umwunden und durch letzteren ein elektrischer Strom geleitet wird, so zeigt das Eisen die stärksten magnetischen Eigenschaften, die wieder aufhören, sobald man den elektrischen Strom unterbricht. Nimmt man zu dem Versuche Stahlnadeln, so werden diese dauernd magnetisch. Die zu solchen Versuchen dienenden Leitungsdrähte sind dicht mit Seide umsponnen, damit sie sowohl bei gegenseitiger, als auch bei Berührung mit anderen Metallen isolirt sind und daher den Strom nur in ihrem Innern nach einer Richtung hin fortpflanzen.

Fig. 132.



Werden die Enden des nicht magnetischen Eisens *c*, Fig. 132, mit Draht umwunden, und der unterhalb aufgestellte Magnet *ab* in lebhafte Drehung um seine senkrechte Axe versetzt, so daß abwechselnd die Pole *m* und *n* jedem der Enden des Eisens sich nähern, so wird dadurch in dem Draht ein elektrischer Strom erregt, vermittels dessen alle früher beschriebenen elektrischen Erscheinungen hervorgebracht werden können.

Wenn man durch einen schraubenförmig ge-

wundenen Draht, der so aufgehängt ist, daß er um seine senkrechte Axe drehbar ist, einen elektrischen Strom leitet, so stellt sich derselbe in die Richtung der Magnetnadel und zeigt alle Merkmale derselben.

Hieraus geht denn die innige Wechselbeziehung zwischen beiden Strömungen hervor, und man deutet dieses durch den Namen des Elektro-Magnetismus an, welchen man der gemeinsamen Ursache jener Erscheinungen beigelegt hat.

Der Umstand, daß ein Stück Eisen eine starke magnetische Kraft erhalten kann, so lange ein elektrischer Strom durch einen um dasselbe gewundenen Draht geleitet wird, hat zu Versuchen geführt, den Strom als bewegende Kraft zu benutzen, die jedoch bis jetzt von keinem praktischen Erfolg gekrönt worden sind.

Von der größten Wichtigkeit ist dagegen die Anwendung der Berührungselektricität zu den elektrischen Telegraphen. Das Wesentliche ihrer Einrichtung besteht in Folgendem: Wenn die beiden Enden des um ein hufeisenförmiges Stück Eisen gewundenen Drahtes eine sehr beträchtliche Länge haben, so daß sie z. B. meilenweit nach einem Orte führen, an welchem eine galvanische Kette aufgestellt ist, so kann man dadurch, daß man mit den Draht-Enden die Kette abwechselnd schließt und öffnet, jenes entfernte Eisen abwechselnd magnetisch machen und ihm seinen Magnetismus wieder nehmen. Dadurch kann man also bewirken, daß jener Elektro-Magnet ein ihm nahes Stück Eisen anzieht und wieder fahren läßt, und daß auf diese Weise dort eine Bewegung entsteht, welche sich durch die geeignete mechanische Vorrichtung auf einen Zeiger übertragen läßt, der sich vor einer Scheibe dreht, auf welcher die Buchstaben des Alphabets angebracht sind. Man giebt dem Zeiger eine bestimmte Stellung, so z. B., daß er bei der ersten Schließung der Kette auf den Buchstaben *A*, bei der folgenden Oeffnung auf *B*, bei abermaliger Schließung auf *C* u. s. w. springt, so daß durch entsprechendes Schließen und Oeffnen der Kette der Zeiger an jeden beliebigen Buchstaben gebracht und somit Worte und Sätze von einem Orte nach dem anderen mitgetheilt werden können.

Die elektrischen Telegraphen werden längs der Eisenbahnlinien angelegt und gewähren größere Sicherheit und Schnelligkeit, als das frühere Telegraphen-System, vor dem sie noch den Vorzug haben, das sie wohlfeiler sind und daß Nacht und Nebel ohne Einfluß auf ihre Arbeiten sind.

Und so wie Wärme und Licht eine wunderbare Paarung und Ergänzung bilden, so daß sie nur selten ganz vereinzelt auftreten, und jede höhere Steigerung der Wärme das Licht im Gefolge hat, so mögen auch Elektricität und Magnetismus wohl noch häufiger sich gegenseitig bedingen, als dies durch Versuche bis jetzt nachgewiesen ist.

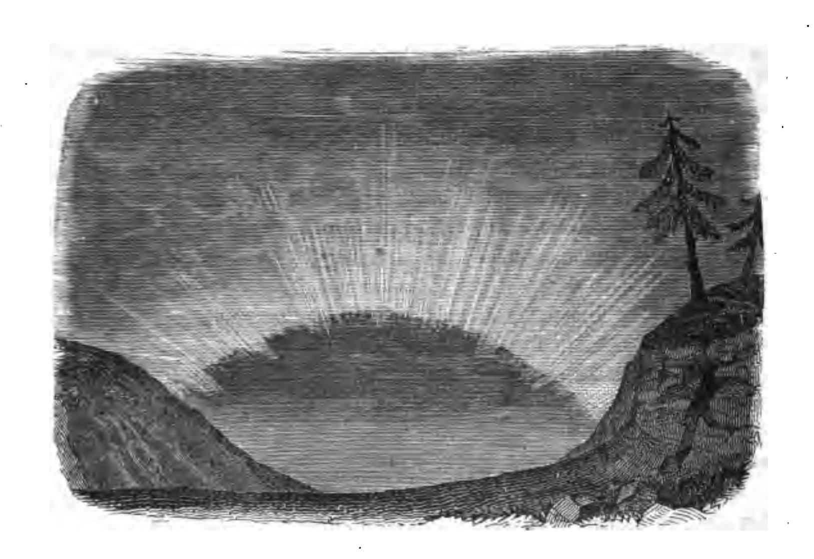
Nordlicht.

Eine der glanzvollsten Naturerscheinungen, das Nordlicht, scheint in §. 200. Beziehung zum Erdmagnetismus zu stehen, denn erstlich gerathen empfindliche

Magnetnadeln in ein eigenthümliches Schwanken, wenn das Nordlicht besonders lebhaft sich zeigt, und dann erscheint dieses auch in einer Richtung, die dem magnetischen Nordpol entspricht. An dem Südpol tritt dieses Licht ebenfalls auf, doch ist seine Erscheinung vorzugsweise an dem uns näher liegenden und besser bekannten Nordpol beobachtet worden.

Das Nordlicht in seiner vollkommensten Pracht bildet gleichsam ein aus feurigen Strahlen bestehendes ungeheures Band, welches im Halbkreis über dem Horizonte steht, so daß seine Enden die Erde zu berühren scheinen. Herrlicher Farbenwechsel und wiederholtes Wachsen und Schwinden der Strahlen verleihen ihm eine große Mannichfaltigkeit. Es erhellt oft vollkommen die wochenlangen Nächte der traurigen Polarländer, und selbst bis in unsere Gegenden ist sein gelbrother Schein in manchen Jahren deutlich am nördlichen Himmel sichtbar.

In seiner ganzen Schönheit sieht man es nur in den höheren Breitegraden, und die Abbildung, mit welcher wir die physikalischen Erscheinungen beschließen, kann natürlich eine Darstellung desselben nur andeuten wollen.





Astronomie.

> »Ihr stürzt nieder, Millionen.
> »Ahnest du den Schöpfer, Welt?
> »Such' ihn über'm Sternenzelt,
> »Ueber Sternen muß er wohnen!«
>
> Schiller.

Hülfsmittel: Humboldt, A. v., Kosmos. Entwurf einer physiologischen Weltbeschreibung, 1 u. 2. Bd. gr. 8. 1845 u. 1847. 5 Thlr. 8 Sgr. Stuttgart, Cotta.
Littrow, J. J. v., die Wunder des Himmels, oder gemeinfaßliche Darstellung des Weltsystems. 2te Aufl. gr. 8. 1842. 8 Thlr. Stuttgart, Hoffmann.
Schulze, die Astronomie in populärer Darstellung. gr. 8. 1847. 18 Sgr. Leipzig, Tauchnitz.
Wöckel, populäre Vorlesungen über die Sternkunde. 2te Aufl. 1847. Nürnberg.
Eckhardt, Sternkarte.

---

§. 1. Die Astronomie ist die Wissenschaft von den Weltkörpern und ihren Bewegungen. In Beziehung auf ihren Gegenstand ist die Astronomie ein Zweig

---

Anmerkung. Durch die am Anfang und Schluß des astronomischen Theils gegebenen Abbildungen wollen wir die unsterblichen Verdienste ehren, welche zwei unserer Landsleute um die Astronomie sich erworben haben.

J. W. Bessel (geb. 1784 zu Minden, gest. 1846) wirkte an der von ihm erbauten und hier abgebildeten Sternwarte zu **Königsberg**. Mit großer Beob-

der Physik (S. 28), allein die Bedeutung und der Umfang der astronomischen Erscheinungen verlangen für dieselbe eine selbständige Betrachtung. Es sind hier ganz vorzugsweise Bewegungserscheinungen, die unsere Aufmerksamkeit fesseln. Die Gesetze, welche denselben zu Grunde liegen, sind ganz dieselben, welche zum Theil in der Physik, in der Lehre vom Gleichgewicht und von der Bewegung erläutert worden sind, und die Astronomie wird daher von Vielen nicht unpassend als die Mechanik des Himmels bezeichnet.

§. 2. Das Gebiet, in welchem die Erscheinungen der Astronomie sich darstellen, ist der Weltraum oder Himmel, und die in demselben auftretenden Massen sind die Welt- oder Himmelskörper, gewöhnlich Gestirne genannt. Wie wir in §. 2 der Physik den Raum als etwas Unendliches bezeichnet haben, so stellen sich die Weltkörper als ein Unzähliges dar. Dieses Unerfaßliche und der genauen Vorstellung sich Verhüllende, diese unerreichbaren Entfernungen und ungeheuren Massen der Materie mit eben so undenkbarer Geschwindigkeit ihrer Bewegung — alles dieses verleiht den Erscheinungen der Astronomie und daher dieser Wissenschaft selbst etwas Erhabenes und Feierliches, welches anderen Gebieten der Naturwissenschaft nicht eigen ist.

»Der Anblick unbegränzter Fernen und unabsehbarer Höhen, der weite Ocean zu des Menschen Füßen und der größere Ocean über ihm entreißen seinen Geist der engen Sphäre des Wirklichen und der drückenden Gefangenschaft des physischen Lebens.«

Wenn wir in diesen Worten Schiller's den erhabenen Charakter der astronomischen Erscheinungen hinreichend bezeichnet finden, so folgt daraus keineswegs, daß die Astronomie, wie Viele es aussprechen, die erste und höchste aller Naturwissenschaften sei. Denn für den Naturforscher, welchem das ganze

---

achtungsgabe vereinigte er eine seltene Kenntniß der mathematischen Theorie und gebrauchte diese in einer vorher nicht gekannten Weise, um aus fehlerfreien Beobachtungen Resultate herzuleiten, die an Genauigkeit alles vor ihm Geleistete weit übertrafen. Er wird den Astronomen aller Zeiten hierin stets als Muster voranleuchten. Als ein Beispiel seiner Leistungen diene die Seite 175 angeführte Bestimmung der Fixstern-Parallaxe.

W. Herschel (geb. 1738 zu Hannover, gest. 1822) ging im Jahre 1759 als Musiker nach England, widmete sich später aus Neigung der Astronomie und verlegte sich selbst auf die Verfertigung von Spiegelteleskopen, da er die Kosten zur Anschaffung größerer Instrumente nicht erschwingen konnte. Er betrieb dies mit solchem Erfolg, daß er sich zuletzt im Besitz eines vierzigfüßigen sogenannten Riesenteleskops sah, dessen Macht alle seither geschaffenen Instrumente übertraf. Ueberall, wohin Herschel sein also bewaffnetes Auge am Himmel richtete, schlossen sich neue, vorher nicht geahnte Wunder auf und er ist als der eigentliche Entdecker der Fixsternwelt zu betrachten. Das am Schlusse abgebildete Riesenfernrohr, jetzt nicht mehr brauchbar, wurde durch Herschel's Sohn, Sir John Herschel, der ebenfalls ein ausgezeichneter Astronom ist, in ein Denkmal umgewandelt.

Bereich der Natur angehört, sind alle einzelnen Zweige ihrer Wissenschaft nichts anderes als Ringe einer in sich selbst zurücklaufenden Kette, aus der wir nicht ein einziges Glied herausnehmen können, ohne den Zusammenhang des Ganzen zu vernichten. Unrichtige Vorstellungen über das Wachsthum der unscheinbarsten Pflanze sind des nach Wahrheit strebenden Geistes ebenso unwürdig, als die Ungereimtheit der veralteten Ansichten über die Bewegungen der Himmelskörper.

§. 3. Die Astronomie nimmt zur Betrachtung ihres Gegenstandes ganz vorzüglich die Mathematik zu Hülfe. Denn die wichtigsten Fragen in ihrem Gebiete beziehen sich auf Raum, Zahl und Zeit. Wie groß und wie weit, oder wie lang und wie oft? — dieses sind die ersten Fragen, welche wir an den Astronomen stellen.

Nur die Mathematik und besonders die höhere Meßkunst ist im Stande, hierauf die Antwort zu finden, und es ist gewiß, daß gerade erst durch diese Anfragen der Astronomie die hohe Ausbildung der mathematischen Wissenschaften erreicht worden ist.

Es ist daher unmöglich, den Wegen genau zu folgen, auf welchen die Astronomen die bedeutendsten ihrer Wahrheiten erreicht haben, ohne daß man selbst bedeutende Kenntnisse in der Mathematik sich angeeignet hat. Dagegen stellen die von den Gelehrten auf mühsamem Wege erreichten Entdeckungen und aufgefundenen Gesetze sich wenigstens in einfacher Weise dar, und sind auch demjenigen anschaulich zu machen, der nicht Mathematiker von Fach ist.

Die Astronomie erfordert außerdem eine öftere Anwendung von Gleichnissen, um manche ihrer Erscheinungen der Vorstellung leichter zugänglich zu machen. Es ist offenbar schwierig, sich die Größe unsers Erdballs zu denken, allein noch schwieriger ist es, sich die millionenmal größere Sonne vorzustellen. Näher gerückt werden uns diese Verhältnisse dagegen, wenn wir die Erde als Hirsekorn und die Sonne als Kegelkugel bezeichnen. Wer vermag sich den unendlichen Weltraum zu denken mit seinen unzähligen darin sich bewegenden Gestirnen! Aber vergleichen läßt sich derselbe mit dem Raum eines Zimmers, in welchem zahllose Stäubchen durch einander wirbeln, wie diese im Sonnenstrahl sich zeigen, der einzeln in's Zimmer fällt.

§. 4. So alt die Geschichte der Menschen ist, ebenso alt ist auch die Astronomie. Denn derselbe Himmel, der heute noch um uns sich wölbt, erfreute schon vor Tausenden von Jahren mit seinem funkelnden Sternenheere den Blick des Menschen und erregte seine Aufmerksamkeit. Ja wir dürfen sagen, daß der ungebildete Sohn der Wildniß und der unstäte Bewohner ausgedehnter Steppen dem Himmel und seinen Erscheinungen mehr Aufmerksamkeit leihen, als die Bevölkerung unserer Städte. Denn jenen sind die Sterne zugleich Uhr, Wegweiser, Kompaß, Barometer und Kalender, während aus den engen Straßen der Städte nur selten der Blick sich zu dem Stückchen des Sternenzelts erhebt, welches ihm unverbaut geblieben ist.

Wir verdanken daher eine Reihe höchst wichtiger astronomischer Beobachtungen schon jenen ältesten Völkern, die wenig vorangeschritten in Künsten und

Wissenschaften, als Hirten und Jäger doch des gestirnten Himmels bedurften, um Ort und Zeit zu bestimmen.

§. 5. Es ist unverkennbar ein Vorzug der Astronomie, vor anderen Theilen der Naturwissenschaft, daß sie bis zu einem gewissen Grade, fast ohne alle künstliche Hülfsmittel getrieben werden kann. Sobald das große Gestirn des Tages untergegangen ist, treten aus dem dunkler werdenden Raume die funkelnden Sterne hervor, indem die größeren zuerst erscheinen und nach und nach die kleineren nachfolgen, bis endlich Myriaden als prachtvolles Sternenzelt vor dem staunenden Blicke sich ausbreiten. Dieser freie nächtliche Himmel ist nun das jedermann zugängliche Feld der Beobachtung, wo bei aufmerksamer Betrachtung eine Menge wichtiger Erscheinungen ohne weitere Hülfsmittel wahrgenommen werden können.

Während die Verfolgung der übrigen physikalischen Erscheinungen sogleich einer Menge von künstlichen und kostbaren Vorrichtungen bedarf, und die Chemie eine große Anzahl verschiedener Stoffe und Apparate zu Hülfe nimmt, erhebt die Astronomie nur den Blick zum hohen Himmelsraum und befindet sich mitten in ihrer Werkstätte, mitten im Gebiete fortwährender Welterscheinungen.

Allein so zugänglich auch eine Reihe ihrer Wahrheiten ist, so verschließt sich doch eine noch weit bedeutendere Anzahl derselben dem unbewaffneten Auge. Daher ist denn allerdings eine genaue Verfolgung der Himmelserscheinungen an die Mithülfe von Instrumenten gebunden, und der Umstand, daß die Erwerbung und Aufstellung derselben mit höchst bedeutenden Kosten verknüpft ist, macht die beobachtende Astronomie in der That nur Wenigen möglich.

Aus diesem Grunde blieben auch die astronomischen Kenntnisse der Alten auf einer gewissen Stufe der Unvollkommenheit stehen und erst von dem Augenblicke an, wo die Kunst durch Erfindung des Fernrohrs dem Auge neue Waffen verlieh, erweiterte sich das im Weltraum eroberte Gebiet, und die fortwährende Vervollkommnung der Instrumente steigerte fortwährend die Erfolge der Beobachtungen.

§. 6. Der unverkennbare Einfluß der Sonne auf unsere Erdoberfläche, für welche sie die belebende Quelle des Lichtes und der Wärme ist, die auffallenden Veränderungen des Mondes in Gestalt und Zeit der Erscheinung mußten schon früher diesen beiden Weltkörpern eine hohe Bedeutung in den Augen der Völker verleihen, wofür die göttliche Verehrung derselben, zum Theil noch heutigen Tages den besten Maaßstab giebt. Nahe lag es dann, auch wohl den kleineren Gestirnen eine Beziehung zur Erde und ihren Bewohnern zuzuschreiben, obgleich diese nicht so deutlich hervortreten als bei den erst genannten.

Begreiflich erscheint es daher, daß man zu einer Zeit, wo über die Bedeutung der Sterne und ihrer Erscheinungen unrichtige Vorstellungen herrschten, denselben eine andere zuschrieb und sie namentlich innig mit den Geschicken des Menschen verknüpfte. Für jedes große Ereigniß, für jede hervorragende Persönlichkeit, welche der beschränkte oder unentwickelte Geist der Völker nach den

näher liegenden Bedingungen ihres Auftretens nicht zu erfassen vermochte, suchte man die Ursache in den Sternen.

So entstand denn jenes wunderliche Gemisch von willkührlichen Annahmen, von Täuschungen und Irrthümern, über die Natur der Sterne, welches unter dem Namen der Astrologie oder Sterndeutekunst Jahrhunderte lang den Blick verdunkelte und verwirrte, anstatt zu erhellen und zu erweitern, das die Wissenschaft, in welche sich Aberglauben und Betrügerei eindrängte, in Verachtung und Verfolgung brachte, und ihre Fortschritte unendlich erschwerte, bis der menschliche Geist, auf vorurtheilsfreie Beobachtungen gegründet, diese beengenden Schranken durchbrechend, endlich erkannte, daß die Erde zwar ein Punkt des Raumes, aber nicht dessen Mittelpunkt sei, daß die Sterne Welten für sich, nicht aber Marksteine und Zeichen für die Geschicke der vergänglichen Geschlechter jener kleinen Erde seien.

§. 7. Wenn wir es nun versuchen, in dem Folgenden eine Entwickelung der wichtigsten astronomischen Erscheinungen wahrzunehmen, so wird uns diese nicht wohl gelingen, ohne vorherige Erläuterung einer Anzahl von Hülfsmitteln, welcher diese Wissenschaft nothwendig bedarf, um ihre Resultate genau zu ermitteln und bestimmt auszudrücken. Dieselben sind vorzugsweise der Geometrie entlehnt und wenn sie zum Theil auch als sehr allgemein bekannt vorausgesetzt werden dürfen, so wird doch ein kurzer Ueberblick derselben dem Verständniß des Folgenden förderlich sein. Nachdem wir auf diese Weise mit der astronomischen Anschauungsweise, Sprache und Ausdrucksweise etwas bekannt geworden sind, gehen wir zur Betrachtung der Erscheinungen über, welche von unserem Wohnort aus am Tage und bei Nacht im Weltraum sich darstellen. Wir werden hierbei zu der wahren Einsicht über die Anordnung der Weltkörper gelangen und durch dieselbe die irrthümlichen Vorstellungen früherer Zeiten berichtigen.

Auf diese Weise erhalten wir folgende Abtheilungen der Astronomie:

I. Hülfsmittel der astronomischen Beobachtung.
II. Allgemeine astronomische Erscheinungen.
III. Besondere astronomische Erscheinungen.

I. Hülfsmittel der astronomischen Beobachtung.

Winkel.

§. 8. Zeichnen wir auf eine Ebene, z. B. auf ein Blatt Papier, zwei Linien *ab* und *cd*, Fig. 1 auf folgender Seite, die sich gegenseitig in dem Punkte *m* schneiden, so wird die Ebene in vier Theile getheilt.

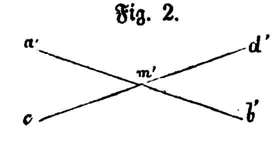
Man nennt jeden dieser Theile einen **Winkel**, die beiden Linien, welche denselben einschließen, dessen **Schenkel**, und den **Punkt**, in welchem diese sich schneiden, den **Scheitel** des Winkels. So sind *am* und *cm* die beiden Schenkel des Winkels *a m c*.

Fig. 1.

Wenn wir die vier um den Punkt *m* liegenden Winkel mit einer Scheere herausschneiden, dieselben auf einander legen und dabei finden, daß sie genau dieselbe Größe haben, indem die erhaltenen vier Abschnitte sich vollkommen gegenseitig decken, so werden jene Winkel **rechte** Winkel genannt. Man sagt in diesem Falle, daß die Linien *ab* und *cd* sich unter rechten Winkeln schneiden, oder daß sie senkrecht auf einander stehen.

Betrachten wir dagegen Fig. 2, so lehrt uns der erste Blick, daß die Linien $a'b'$ und $c'd'$ sich nicht rechtwinklig schneiden, sondern daß sie die Ebene in vier sehr ungleiche Winkel theilen. Indem wir dieselben herausschneiden und mit einem der aus Fig. 1 geschnittenen rechten Winkel vergleichen, so ergiebt es sich, daß der Winkel $a'm'c'$ kleiner ist, als der rechte Winkel *a m c*, während der Winkel $a'm'd'$ beträchtlich größer erscheint als ein rechter.

Fig. 2.



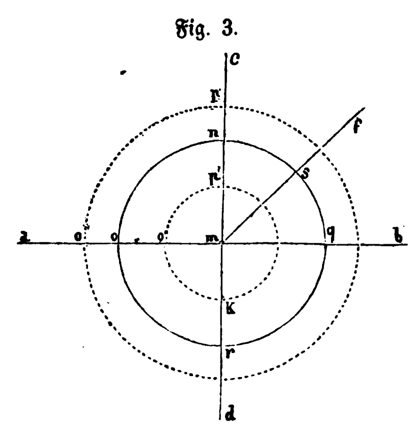
Winkel, die kleiner sind als ein rechter Winkel, werden **spitze**, solche, die größer sind, werden **stumpfe** Winkel genannt. Um den Punkt m' liegen also die beiden spitzen Winkel $a'\ m'\ c'$ und $d'\ m'\ b'$ nebst den beiden stumpfen Winkeln $a'\ m'\ d'$ und $c'\ m'\ b'$. Eine einfache Verfolgung dieser Betrachtung lehrt uns ferner, daß um einen gegebenen Punkt nicht mehr als vier rechte Winkel oder nur drei stumpfe Winkel, dagegen eine unendliche Anzahl von spitzen Winkeln liegen können, sodann daß von den Fig. 2 dargestellten vier Winkeln die je zwei einander gegenüberstehenden oder sogenannten Scheitelwinkel gleich sind, während die zwei **Nebenwinkel** $a'\ m'\ c'$ und $a'\ m'\ d'$ einander ungleich, zusammengenommen aber gleich zwei rechten Winkeln sind.

Diese Verhältnisse sind vollkommen unabhängig von der Länge der Schenkel, welche die Winkel einschließen. Denken wir uns in der That die Linien *a b* und *b c*, oder $a'\ b'$ und $c'\ d'$ in's Unendliche verlängert, so werden die am Durchschnittspunkte *m* und m' gebildeten Winkel unverändert dieselben bleiben.

§. 9. Durch die Größe eines Winkels ist also stets die gegenseitige Neigung der denselben einschließenden Linien bestimmt. Auch die Lage eines Punktes gegen eine Ebene ist schon theilweise festgestellt, wenn wir den Winkel kennen, den eine von jenem Punkt nach irgend einem Punkte der Ebene gezogene Linie mit dieser bildet. Dieses verleiht denn dem Winkel eine so ganz ungemeine Wichtigkeit, daß wir in der That den Winkel als den unscheinbaren Schlüssel zu den

bedeutendsten Wahrheiten bezeichnen können, und daß ein großer Theil der Thätigkeit des beobachtenden Astronomen in Winkelbetrachtungen besteht.

Fig. 3.



Es fragt sich jetzt nur, wie bestimmt man die Größe eines Winkels?

Um die Größe der Winkel bestimmt bezeichnen zu können, nimmt man den Kreis zu Hülfe. Ziehe ich um den Durchschnittspunkt *m* der beiden unter rechtem Winkel sich schneidenden Linien *ab* und *cd* einen Kreis (*opqro*), so sehe ich, daß über jedem der vier rechten Winkel ein Bogen steht, der genau ein Viertel des Kreises ist, z. B. über dem Winkel *amc* steht der Viertelkreis *op*. Daß die Größe des Kreises hier ganz gleichgültig ist, wird durch die beiden punktirten Kreislinien gezeigt, denn $o''p''$ und $o'p'$ sind ebenso gut Viertelskreise wie *op*. Der spitze Winkel *cmf* ist daher gleich einem halben rechten, da der über demselben stehende Bogen gleich einem Achtelkreis ist, und der stumpfe Winkel *amf* ist gleich anderthalb rechten, da sein Bogen gleich drei Achtel des Kreises ist.

Folglich können wir die Größe eines Winkels sehr genau bezeichnen, wenn wir angeben, der wie vielste Theil eines Kreises der Bogen jenes Winkels ist.

Zu diesem Ende theilt man den ganzen Kreis in 360 gleiche Theile, welche man **Grade** nennt. Jeder Grad wird nochmals in 60 Theile getheilt, die **Minuten** heißen, und jede dieser hat nochmals 60 **Secunden**.

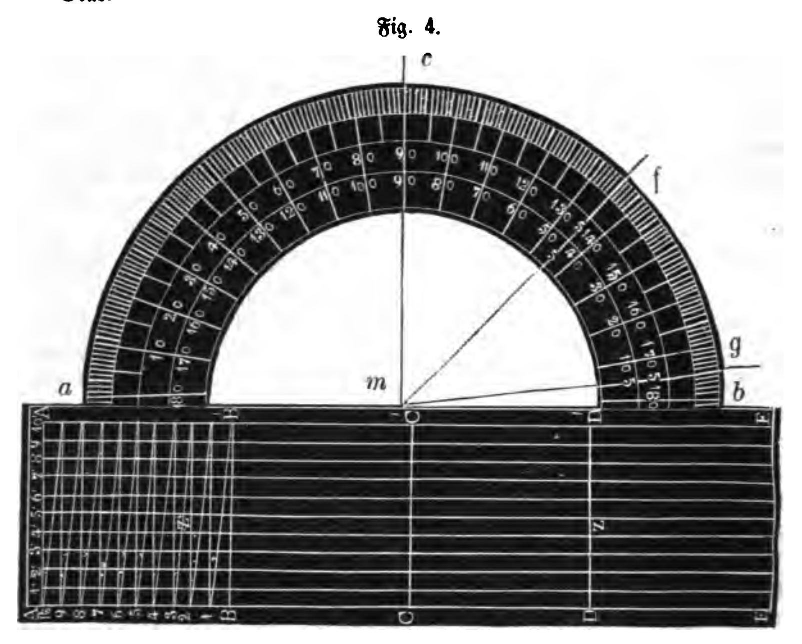
Spreche ich daher von einem Winkel von 90 Graden, so ist dies nothwendig ein rechter Winkel, da 90 Grade der vierte Theil von den 360 Graden des ganzen Kreises sind. Jeder Winkel, der weniger als 90 Grade hat, ist ein spitzer Winkel, und jeder, der mehr Grade hat, ein stumpfer.

Man bedient sich, um die gezeichneten oder zu zeichnenden Winkel genau zu messen, einer einfachen Vorrichtung, welche **Transporteur** genannt wird und in der Regel von Messing verfertigt ist.

Der Transporteur, Fig. 4 auf folgender Seite, ist ein ausgeschnittener Halbkreis, der in 180 Grade getheilt ist. Wollte man vermittels desselben die Winkel *amc*, *amf*, *cmf* und *gmb* messen, so dürfen wir den Transporteur nur so anlegen, daß der Mittelpunkt des Halbkreises mit dem Scheitelpunkte der Winkel und sein Durchmesser mit einem der Schenkel jener Winkel zusammenfällt und alsdann die Anzahl der Grade ablesen. Wir finden auf diese Weise, daß *amc* = 90 Grad, also ein rechter Winkel ist, *amf* = 135 Grad, daher ein stumpfer Winkel; *fmb* ein spitzer Winkel von 45 Grad oder

gleich einem halben rechten; endlich *g m b* ist ein sehr spitzer Winkel von nur 5 Grad.

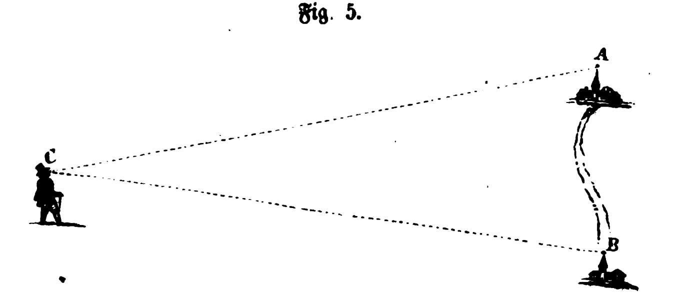
Fig. 4.



Wenn der Umfang des in Grade getheilten Kreises größer ist als der hier dargestellte, so läßt sich ein jeder Grad leicht noch in Minuten und diese wieder in Secunden theilen, was bei genauen Messungen in der That der Fall sein muß. Man bezeichnet bei Angabe der Winkelgröße den Grad durch eine erhöhte Null, die Minute durch einen und die Secunde durch zwei erhöhte Striche. So z. B. bedeutet ein Winkel = 90° 35′ 16″ so viel als einen Winkel von 90 Grad, 35 Minuten und 16 Secunden.

§ 10. Mit dem Transporteur kann man nur einen gezeichneten Winkel mes-

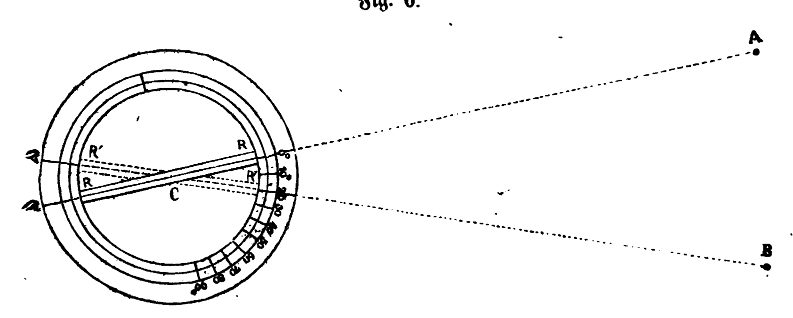
Fig. 5.



sey. Wenn es sich also darum handelt, den Winkel zu bestimmen, in welchem bloß gedachte Linien sich schneiden, so werden hierzu besondere Instrumente angewendet.

Es soll z. B. der Winkel bestimmt werden, welchen die von zwei entfernten Kirchthürmen *A* und *B*, Fig. 5, gedachten Linien bilden, wenn sie in dem Punkte *C*, wo der Beobachter steht, zusammentreffen. Die einfachste Vorrichtung hierzu ist das Winkelinstrument Fig. 6. Dasselbe besteht aus einem metallenen Ringe, dessen Rand in Grade eingetheilt ist und welcher Limbus genannt

Fig. 6.



wird. Im Mittelpunkte *C* dieses Kreises ist ein Stift befestigt, um welchen sich ein Stab *RR*, welcher die Regel heißt, wie ein Zeiger drehen läßt. Dieses Instrument wird nun auf einem kleinen Tische wagerecht aufgestellt und zwar so, daß sein Mittelpunkt *C* genau an der Stelle sich befindet, wo die von *A* und *B* gezogenen Linien sich schneiden sollen.

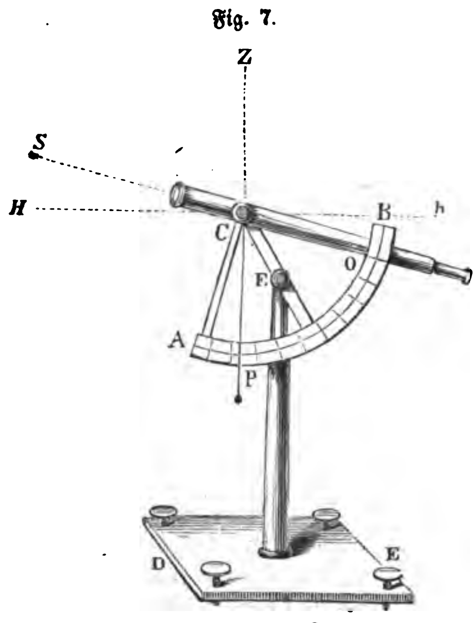
Die Regel wird auf den mit Null bezeichneten Punkt des Limbus gestellt und das Winkelinstrument so gerichtet, daß dem Auge der Punkt *A* in der Verlängerung der Regel erscheint. Hierauf dreht man diese so lange, bis der Punkt *B* in ihrer Verlängerung liegt, was der Fall ist, wenn sie die Stellung *R' R'* hat, hierbei beschreibt das Ende der Regel einen Bogen, der durch die Eintheilung des Limbus gemessen wird und der, wie man sieht, im vorliegenden Falle 20° beträgt. Folglich beträgt der Winkel bei *C*, über welchem dieser Bogen steht, 20°.

Dieses ist die Grundeinrichtung, welche mit mehr oder weniger Abänderung bei allen astronomischen Winkelmaaßen sich findet. Es ist natürlich, daß je nachdem der zu messende Winkel in Beziehung auf die Erdoberfläche wagerecht oder senkrecht ist, der Kreis des Instruments entweder parallel mit der Erdoberfläche oder senkrecht zu derselben gestellt sein muß. Diese letztere Stellung erhält es, z. B. bei der Messung des Winkels, den eine von der Spitze eines Thurmes nach einem Punkte der Erdoberfläche gezogene Linie mit dieser macht.

In Fällen, wo Winkel zu messen sind, deren Größe nicht über einen Rechten, oder über 60° geht, kann es bequemer sein, nicht einen vollständigen Kreis

zum Messen anzuwenden, sondern nur einen Viertelskreis oder Sechstelkreis, sogenannte Quadranten oder Sextanten.

Fig. 7.



Ein solcher Quadrant ist Fig. 7, der um den Punkt *E* drehbar ist. *AB* ist der Limbus und *C* der Mittelpunkt des Viertelskreises. Giebt man dem Instrument eine solche Stellung, daß das an einem Schenkel desselben angebrachte Fernrohr, nach einem Punkte am Horizonte, in der Linie *Hh* gerichtet ist und der andere Schenkel *CA* in der Linie des an *C* befestigten Bleiloths *P* fällt und richtet man hernach das Fernrohr nach einem Sterne *S*, so giebt das in seiner senkrechten Lage verbleibende Bleiloth am Limbus die Anzahl der Grade des Winkels an, welchen eine von dem Sterne nach dem Beobachter gezogene Linie mit dessen Horizont bildet.

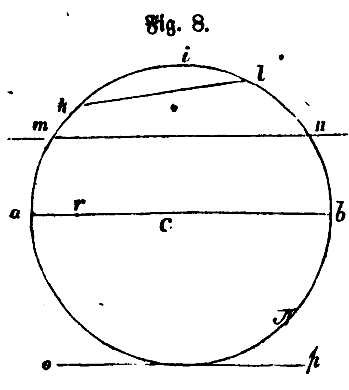
Man hat den Winkelmaaß-Instrumenten eine solche Vollkommenheit gegeben, daß man im Stande ist, einen Winkel von 1 Secunde, ja selbst von $1/2$ Secunde zu bestimmen. Der Winkel von 1 Secunde ist aber $1/324000$ eines rechten Winkels. Zur Versinnlichung eines so außerordentlich kleinen Winkels bemerke man, daß ein Winkel von ungefähr 1 Secunde entsteht, wenn von der oberen und unteren Seite eines Menschenhaares eine Linie nach einem drei Fuß von demselben entfernten Punkte gezogen wird.

Kreis.

§. 11. In eine Tischplatte schlage ich einen Nagel, befestige an demselben einen Faden und an's andere Ende des letzteren binde ich einen Bleistift. Mit diesem zeichne ich jetzt einen Weg um den Nagel und zwar so, daß der Faden stets gleich gespannt bleibt. Ich erhalte auf diese Weise eine krumme, in sich selbst zurücklaufende Linie. Die Entstehung derselben zeigt, daß ein jeder Punkt dieser Linie, die wir K r e i s nennen, gleich weit entfernt ist von dem Punkte, an welchem der Nagel steckt, welcher der M i t t e l p u n k t oder das C e n t r u m

des Kreises heißt. Eine gerade Linie vom Mittelpunkte eines Kreises nach einem Punkte im Umfange desselben, welche im beschriebenen Beispiele durch den gespannten Faden bezeichnet ist, heißt **Halbmesser** oder **Radius** des Kreises, und es ist klar, daß alle Halbmesser eines Kreises einander gleich sein müssen. Wird ein Halbmesser verlängert, bis er den Kreis abermals trifft, so stellt diese Linie den **Durchmesser** des Kreises vor, der die doppelte Länge des Halbmessers hat. Natürlich sind auch alle Durchmesser desselben Kreises einander gleich. (S. Fig. 8.)

Fig. 8.



c = Mittelpunkt
ac = Halbmesser = r
ab = Durchmesser = $2r$
kil = Kreisbogen
kl = Sehne
mn = Sekante
op = Tangente
π = Kreis = 3,14, wenn $2r = 1$.

Irgend ein Theil kil eines Kreises heißt ein **Kreisbogen** und die gerade dessen Endpunkte verbindende Linie kl ist die **Sehne** dieses Bogens. Eine den Kreis in zwei Punkten schneidende Linie mn heißt **Sekante**, und eine außerhalb des Kreises befindliche und diesen nur in einem einzigen Punkte berührende Linie op ist eine **Tangente**. Die Kreislinie selbst wird durch den griechischen Buchstaben π (sprich **pi**) bezeichnet, und man hat bewiesen, daß dieselbe 3,14 mal so lang ist, als der Durchmesser des Kreises. Gesetzt der Durchmesser betrage 4 Zoll, so ist die Kreislinie, welche auch Länge des Kreises genannt wird, gleich $4 \times 3,14 = 12,56$ Zoll.

Den Flächeninhalt eines Kreises erhält man, wenn dessen Halbmesser zuerst mit sich selbst und das Erhaltene mit der Zahl 3,14 multiplicirt wird.

Kugel.

Eine ganz besondere Beachtung von unserer Seite verdient die Kugel. Sie ist ein Körper mit gekrümmter Oberfläche, deren sämmtliche Punkte gleich weit entfernt sind von dem im Innern der Kugel liegenden **Mittelpunkte**. Eine gerade Linie vom Mittelpunkte nach einem Punkte der Oberfläche heißt **Halbmesser** und die Verlängerung desselben, bis sie die Kugelfläche abermals trifft, ist der **Durchmesser**. Wie beim Kreise sind auch bei jeder Kugel alle Halbmesser und Durchmesser derselben untereinander gleich. §. 12.

Denken wir uns eine Kugel von Ebenen durchschnitten, welche durch den

Mittelpunkt desselben gehen, so stellen diese die sogenannten großen Kreise der Kugel vor, deren Halbmesser gleich sind dem Halbmesser der Kugel.

Den Quadratinhalt der Oberfläche einer Kugel, kürzer die Kugelfläche genannt, erhält man, wenn der Inhalt eines ihrer großen Kreise viermal genommen wird. Die Oberflächen zweier Kugeln verhalten sich wie die Zahlen, die man durch Multiplication ihrer Durchmesser mit sich selbst erhält.

Der Kubikinhalt einer Kugel wird gefunden, indem man ein Drittel ihres Halbmessers mit ihrer Kugelfläche multiplicirt. Das Verhältniß des Kubikinhaltes zweier Kugeln von ungleicher Größe wird ausgedrückt durch die Zahlen, welche man erhält, wenn die Durchmesser jener Kugeln dreimal mit sich selbst multiplicirt werden.

Es erscheint zweckmäßig, die vorstehenden Angaben über Kreis und Kugel durch einige Beispiele zu erläutern, und wir nehmen für beide einen Durchmesser von 12 Zoll an.

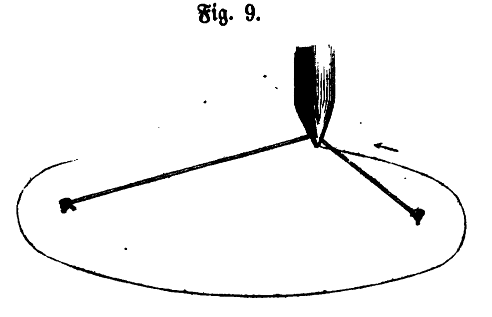
Durchmesser $= 12'$
Halbmesser $= r = 6'$
Kreislinie $= 12 \times \pi = 12 \times 3{,}14 = 37{,}6'$
Kreisfläche $= r \times r \times \pi = 6 \times 6 \times 3{,}14 = 113$ Quadratzoll.
Kugelfläche $= 4 \times (r \times r \times \pi) = 4 \times 113 = 452$ Quadratzoll.
Kugelinhalt $= (1/3 \times r) \times 4\ (r \times r \times \pi) = 2 \times 452 = 904$ Kubikzoll.

Wenn der Durchmesser einer Kugel 6 Zoll und der einer anderen 12 Zoll ist, so verhalten sich nach der oben gegebenen Regel ihre Kugelflächen wie 6×6 zu 12×12, das ist wie 36 zu 144, ihre Kugelinhalte wie $6 \times 6 \times 6 = 216$ zu $12 \times 12 \times 12 = 1728$.

Ellipse.

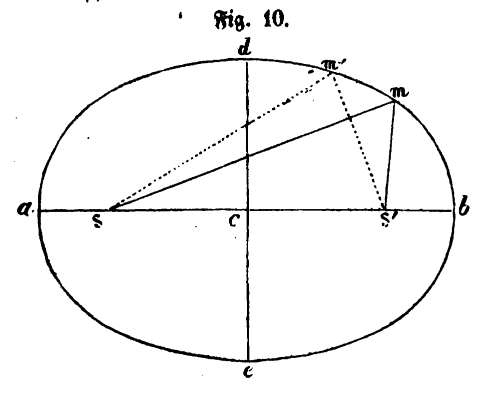
§. 13. Viel weniger allgemein bekannt als der Kreis und seine Eigenschaften ist die Ellipse, ebenfalls eine krumme, in sich selbst zurücklaufende Linie, welche auf folgende Weise erhalten wird. Auf einer Ebene befestigt man zwei Stifte (s. Figur 9). Ein Faden, der jedoch länger ist als die Entfernung zwischen den Stiften, wird mit einem Ende an dem ersten, mit dem anderen Ende an dem zweiten Stift geknüpft. Indem ich nun durch ein etwa in der Mitte des Fa-

Fig. 9.



dens gehaltenes Bleistift denselben nach der einen Seite der Ebene hinziehe und bei steter Spannung des Fadens mit dem Bleistift ringsum denjenigen Weg zeichne, welchen der Faden gestattet, erhalte ich die länglich runde Figur der Ellipse.

Fig. 10.



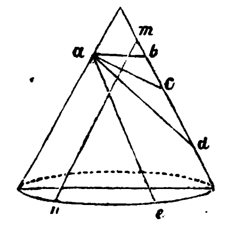
Dieselbe hat eine große Axe *ab* Fig. 10, und senkrecht auf dieser die kleine Axe *de*, durch den Mittelpunkt *c* gehend. Die beiden Punkte *S S'* heißen die Brennpunkte der Ellipse, und wie die beschriebene Entstehung derselben es anschaulich macht, sind je zwei von den Brennpunkten nach einem Punkte des Umfangs gezogenen Linien, z. B. *Sm* und *S'm* oder *Sm'* und *S' m'* u. s w., welche den Faden vorstellen, wenn das Bleistift bei *m* oder *m'* ist, zusammengenommen genau eben so lang als die große Axe der Ellipse. Zwei solcher zusammengehöriger Linien, deren wir uns unendlich viele denken können, werden Leitstrahlen oder Radii Vectores genannt. Die Entfernung eines Brennpunkts *S* oder *S'* vom Mittelpunkt *C* heißt die Excentricität der Ellipse. Es ist klar, daß eine Ellipse dem Kreise um so mehr sich nähert, je geringer diese Excentricität ist. Der Flächeninhalt einer Ellipse wird berechnet, indem die beiden halben Axen *ac* und *dc* mit sich selbst, und das Erhaltene mit der Zahl 3,14 multiplicirt wird.

Die Ellipse hat besonderen Anspruch auf unsere Aufmerksamkeit dadurch, daß die Bahnen der meisten Himmelskörper, wie z. B. die unserer Erde, Ellipsen sind.

Parabel.

§. 14. Eine andere krumme Linie von besonderer Eigenthümlichkeit ist die Parabel. Am leichtesten läßt sich dieselbe mit Hülfe eines Kegels darstellen, an dem sich überhaupt mehrere, gewöhnlich Kegelschnitte genannte, krumme Linien sehr gut zeigen lassen. Machen wir nämlich an einem Kegel Querschnitte, wie z. B. *ab*, die parallel mit der Grundfläche sind, so erhalten wir lauter Kreisflächen. Gehen dagegen die Schnitte schief durch beide Seiten des Kegels, wie *ac* und *ad*, so bilden sie Ellipsen. Wird endlich der Schnitt parallel

Fig. 11.



mit einer der Seiten geführt, wie bei *ae* und *mn*, so ist die erhaltene Fläche von einer ganz verschiedenen krummen Linie, nämlich von einer Parabel, begränzt, deren Eigenthümlichkeit darin besteht, daß ihre Enden sich niemals wieder vereinigen, wie beim Kreis und bei der Ellipse, sondern sich immer weiter von einander entfernen, auch wenn wir dieselben in's Unendliche verlängert denken.

Solche parobolische Linien hat man in den Bahnen einiger Himmelskörper, nämlich bei mehreren Kometen erkannt, welche demnach niemals wieder zum Vorschein kommen, wenn sich nicht im Laufe der Zeiten die Richtung ihrer Bahnen ändert.

Meßkunst.

§. 15. Man versteht unter Messen die Vergleichung irgend einer Linie, einer Fläche oder eines Raumes mit einem gegebenen Maaß. Das Ergebniß der Messung sagt uns, wie oft dieses Maaß in dem zu messenden enthalten ist.

Wie man sieht, ist das Erste, worüber eine allgemeine Verständigung nöthig ist, eben jenes Maaß, und da leider in verschiedenen Zeiten und Ländern verschiedene Maaße üblich sind, so sehen wir uns vor allen Dingen genöthigt, die wichtigsten der in der Astronomie gebrauchten und in den verschiedenen Werken vorkommenden Maaße hier zu bestimmen.

Tafel der Maaße.

In §. 7 des physikalischen Theiles haben wir bereits eine Vergleichung der kleineren Maaße gegeben und dabei als Einheit das Meter angenommen, welches erhalten wird, wenn man den vierten Theil eines durch die Pole der Erde gehenden großen Kreises in zehn Millionen gleiche Theile theilt.

Wird dagegen der in gleichen Entfernungen von den Polen um die Erde gelegte größte Kreis, der Aequator heißt, in 360 gleiche Theile oder Grade getheilt und dann der funfzehnte Theil eines solchen Grades genommen, so ist derselbe die geographische oder Deutsche Meile.

So oft in dem Nachfolgenden von Meilen die Rede ist, so wird jedesmal diese Meile gemeint, die wir jetzt noch mit einigen anderen Maaßen vergleichen wollen.

1 geographische oder Deutsche Meile ist gleich:

=	3806,7	Toisen. 1 Toise = 6 Par. Fuß.
=	7407	Meter.
=	8096	Yards. 1 Yard = 3 Engl. Fuß.
=	22840	Pariser Fuß
=	23639,6	Preußischen Fuß.
=	29676	gr. Hessischen Fuß.
=	0,742	Französischen Meilen.
=	0,978	Oesterreichischen Meilen.

1 geographische oder Deutsche Meile ist gleich:

= 0,985 Preußischen Meilen
= 1,333 Seestunden
= 4,611 Englischen Meilen
= 6,956 Russischen Werst.

Es ist ferner:

1 neue Französische Meile	=	1 Myriameter	=	10000	Meter
1 Oesterreichische Meile	=	24000 Fuß österr.	=	7586	»
1 Preußische Meile	=	24000 Fuß preuß.	=	7533	»
1 Deutsche oder geographische Meile	=	$\frac{1}{15}$ Grad	=	7407	»
1 Seestunde	=	$\frac{1}{20}$ Grad	=	5556	»
1 alte Franz. M. (lieue de france)	=	$\frac{1}{25}$ Grad	=	4444	»
1 Seemeile (lieue marine)	=	$\frac{1}{60}$ Grad	=	1851	»
1 Englische Meile	=	1760 Yards	=	1609	»
1 Russische Werst	=	3500 Fuß russisch	=	1067	»
1 Stadium der Alten	=	$\frac{1}{40}$ geogr. Meile	=	185	»

Entfernung; verjüngter Maaßstab.

§. 16. Denken wir uns im Raume einen bestimmten Punkt, so ist jeder andere Punkt von jenem entfernt, und die gerade Linie, die von dem einen dieser Punkte nach dem anderen gezogen oder gedacht werden kann, heißt ihre kürzeste Entfernung oder auch einfach nur ihre Entfernung. So wie der Raum ein Unendliches ist, so auch ist die Entfernung an kein Maaß und keine Zahl gebunden.

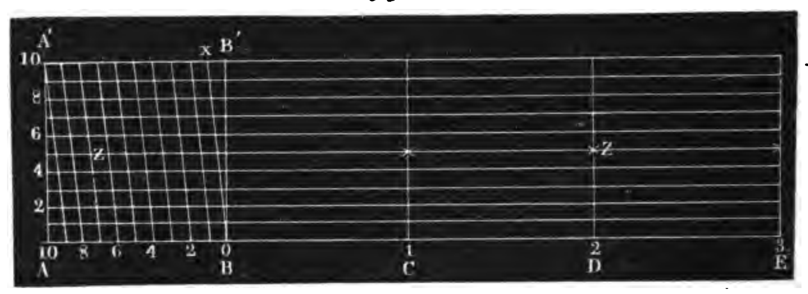
Man spricht von meßbaren und unmeßbaren Entfernungen. Die ersteren sind solche, die wir entweder unmittelbar durch Anlegung eines Maaßes, oder durch Berechnung bestimmen können, und je nach den Größen bedient man sich verschiedener Maaße. So drückt man die Entfernungen des Himmels durch Sternweiten, Sonnenweiten, Erdhalbmesser aus; die Erdoberfläche messen wir durch Grade, Meilen, Ruthen, und Gegenstände von geringer Ausdehnung durch Fuße, Zolle und Linien.

Unmeßbar sind Entfernungen für uns nur dann, wenn unsere Sinne und Instrumente nicht ausreichen zur Bestimmung derselben. So nennen wir unmeßbar klein die Entfernung von einem kleinsten Theilchen oder Atom der Materie zum anderen und unmeßbar groß die Entfernung der meisten Fixsterne und Nebelflecken.

Alle größeren Entfernungen, die das sinnliche Auge nicht zu überblicken vermag, bringen wir mit Hülfe der Einbildungskraft durch das geistige Auge zur Anschauung. Doch bald reicht auch dieses nicht mehr aus, denn die ungeheuren Entfernungen der Himmelskörper entziehen sich jedem Vorstellungsvermögen. In solchen Fällen ist der verjüngte Maaßstab Fig. 12 (a. f. S.) ein wesentliches Mittel zur Veranschaulichung, indem wir durch dessen Hülfe

uns Zeichnungen entwerfen, welche dieselben Verhältnisse auf einer leicht übersehbaren Fläche uns darstellen.

Fig. 12.

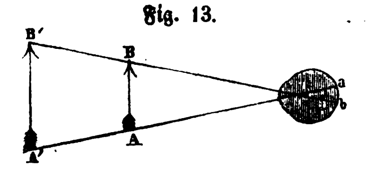


Nach der auf geometrischen Gesetzen beruhenden Einrichtung des verjüngten Maaßstabes stellen die Linien *AB*, *BC* u. s. w. gewisse Entfernungen, z. B. Meilen vor: *AB* ist in 10 gleiche Theile, also Zehntel-Meilen, getheilt, ebenso *A'B'*; durch die Transversale *Bx* werden auf den mit *AB* parallel gezogenen Linien wieder Zehntel von den Zehntel-Meilen, also Hunderttel-Meilen, abgeschnitten, und zwar $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, $^3/_{10}$ u. s. w., wie aus dem Dreieck *BxB'* ersichtlich ist. Mittelst eines Zirkels kann man nun jede beliebige Länge in ganzen Meilen, Zehnteln und Hunderttheilen am Maaßstab nehmen. Hätte ich z. B. $2^3/_4 = 2{,}75$ Meilen in eine Zeichnung nach diesem Maaßstabe einzutragen, so setzte ich eine Spitze des Zirkels auf Z, die andere auf den Durchschnittspunkt der Transversalen 7 und der Parallelen 5, und es griffe jetzt die Oeffnung des Zirkels 2 ganze, 7 Zehntel- und 5 Hunderttel-Meilen. Häufig findet man einen verjüngten Maaßstab am unteren Theile des Transporteurs angebracht, wie bei Fig. 5.

Sehwinkel; scheinbare und wirkliche Größe.

§. 17. Wir haben in dem physikalischen Theile nachgewiesen, daß von allen Gegenständen, die wir sehen, Lichtstrahlen in's Auge dringen und auf dessen hinterer Wand, die Netzhaut heißt, ein Bild jener Gegenstände erzeugen, welches durch den Gesichtsnerv zu unserem Bewußtsein gebracht wird und von dessen Größe die scheinbare Größe des Gegenstandes abhängig ist. Denken wir uns nun von den beiden Endpunkten *ab* Fig. 13 eines Netzhautbildchens Linien nach den entsprechenden Punkten des

Fig. 13.



Gegenstandes gezogen, so schneiden sich diese Linien und bilden den sogenannten Sehwinkel, dessen Größe abhängig ist von der Größe des Netzhautbildchens. Man kann daher auch sagen, daß die scheinbare Größe eines Gegenstandes ausgedrückt wird durch die Größe des Sehwinkels, unter welchen sie erscheinen. Je größer der Sehwinkel, desto größer kommt uns der Gegenstand vor, das ist eine allgemeine Regel.

Die Größe des Sehwinkels hängt aber offenbar von zweierlei ab, nämlich erstlich von der wirklichen Größe eines Gegenstandes und zweitens von der Entfernung desselben vom Auge. In Beziehung auf die letztere gilt als Gesetz, daß innerhalb einer gewissen Gränze die Größe des Sehwinkels, unter dem ein Gegenstand erscheint, in demselben Verhältnisse abnimmt, als die Entfernung zunimmt. Deswegen wird derselbe Gegenstand in der doppelten Entfernung nur die Hälfte, in der dreifachen nur ein Drittheil der Größe zu haben scheinen, wie in der einfachen Entfernung.

Aus demselben Grunde scheinen an zwei parallelen Baumreihen die entfernteren Bäume sich immer mehr einander zu nähern, weil ihr gegenseitiger Abstand dem Auge unter einem kleineren Winkel erscheint. Täuschungen mancherlei Art beruhen lediglich auf diesem Umstande und nur die Uebung und Gewohnheit hat uns allmälig gelehrt, aus der scheinbaren Größe eines uns bekannten Gegenstandes auf seine Entfernung zu schließen. In der Dämmerung, welche die Umrisse der Gegenstände verwischt, kommt es leicht vor, daß wir einen entfernten Kirchthurm oder Baum für einen uns nahen Menschen halten, oder umgekehrt, weil der Sehwinkel des hohen aber entfernten Gegenstandes derselbe sein kann wie der des weniger hohen aber näheren.

Aus dem Vorstehenden lassen sich zwei Folgerungen ziehen, deren Anwendung besonders in der Astronomie eine große Rolle spielt, nämlich: erstens, wenn die scheinbare Größe und die Entfernung eines Gegenstandes bekannt sind, so läßt sich daraus seine wirkliche Größe berechnen, und zweitens, wenn die wirkliche Größe und die scheinbare eines Körpers bestimmt sind, so läßt sich hieraus die Entfernung desselben ableiten.

Bestimmung der Entfernung.

§. 18. Durch wirkliche Messung mit einem Maaßstabe oder einer sogenannten Meßkette, werden immer nur geringere Entfernungen gemessen. Wir sprechen daher von diesem Verfahren um so weniger, als dasselbe bei größeren Entfernungen selbst der Erde überhaupt nur selten, bei den Himmelsräumen aber niemals in Anwendung kommt.

Nicht wie Entfernungen gemessen, sondern wie sie berechnet werden, soll hier gezeigt werden. Hierzu bedürfen wir aus der Geometrie Einiges über die Aehnlichkeit der Dreiecke und ein paar Gesetze der Trigonometrie.

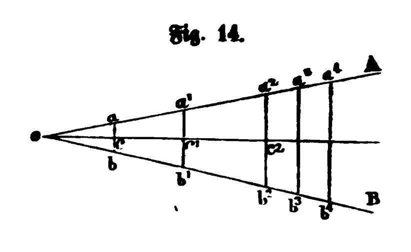
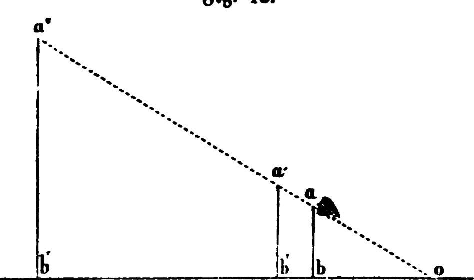


Fig. 14.

In Fig. 14 sehen wir zwischen den Schenkeln Ao und Bo des Winkels o die unter sich parallelen Linien $a\,b$, $a'\,b'$ u. s. w. Es fällt in die Augen, daß diese Linien um so größer sind, je weiter sie von dem Scheitelpunkt des Winkels o entfernt stehen, und zwar ist bewiesen, daß $a'\,b'$ genau ebensoviel mal größer ist als $a\,b$, so viel mal $o\,c'$ größer ist als $o\,c$, so viel mal $o\,a'$ größer ist als $o\,a$ und so viel mal $o\,b'$ größer ist als $o\,b$. Ganz dasselbe gilt von allen übrigen hier gezeichneten, oder zwischen den Schenkeln $o\,A$ und $o\,B$ noch denkbaren Parallelen in Bezug auf $a\,b$, oder zwischen zwei beliebigen dieser Parallelen unter sich. So ist $a^4\,b^4$ so viel mal größer wie $a^3\,b^3$, so viel mal $o\,a^4$ größer ist als $o\,a^3$ u. s. w.

Diese einfache Wahrheit benutzen wir nun zur Berechnung sowohl senkrechter Entfernungen oder Höhen, als auch wagerechter.

Fig. 15.



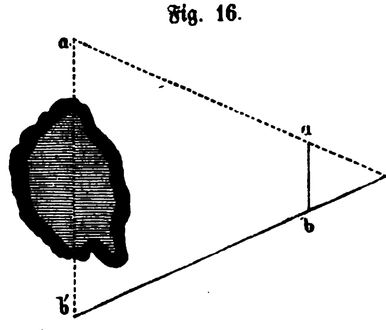
Es sei $a''\,b''$ Fig. 15 ein Thurm, dessen Höhe bestimmt werden soll. Wir messen zuerst eine sogenannte Standlinie $b''\,o$ genau, errichten dann einen Stab $a\,b$, über dessen Spitze das Auge nach dem höchsten Punkte a'' des Thurmes hinsieht. Indem nun ein zweiter Stab $a'\,b'$ so zwischen Thurm und Beobachter gestellt wird, daß seine Spitze a' dem Auge mit a'' in einer geraden Linie liegend erscheint und indem wir uns diese Linie $a''\,a'\,a\,o$ gezogen denken, erhalten wir eine mit Fig. 14 vollkommen übereinstimmende Zeichnung. Dem dort Gesagten zufolge ist $a''\,b''$ so viel mal größer als $a'\,b'$, so viel mal $b''\,o$ größer ist als $b'\,o$. Wäre z. B. $a'\,b'$ gleich 15 Fuß und $b'\,o$ gleich 30 Fuß, so muß auch $a''\,b''$ halb so groß sein, wie die gemessene Standlinie. Ist die letztere 120 Fuß lang, so hat der Thurm eine Höhe von 60 Fuß.

Da die Längen der von Gegenständen geworfenen Schatten sich zu einander verhalten wie die Höhen der Gegenstände, welchen sie angehören, so ergiebt sich hieraus ein höchst einfaches Verfahren zu Höhebestimmungen. Ich messe einen in die Erde gesteckten Stab Fig. 15 $a'\,b'$ und dessen Schatten

so wie den von einem Thurme geworfenen Schatten $b'' o$. So viel mal nun der Stab größer oder kleiner ist als sein Schatten, so viel ist die Höhe des Thurmes größer oder kleiner als die Länge seines Schattens.

Dasselbe Verfahren wenden wir mit geeigneter Abänderung an, um die gegenseitige Entfernung zweier Punkte zu berechnen, die wir unmittelbar zu a' b' Fig. 16, zwischen welchen ein Wald oder ein Gewässer liegt. In diesem Falle ist es hinreichend, daß man die Entfernung o b' kennt, um sowohl a' b' als auch a' o zu bestimmen. Vermittels zweier Stäbe, welche an den Punkten a und b eingesteckt werden, die in graden Linien mit a' oder b' und dem Auge des Beobachters o liegen, und deren Verbindungslinie a b parallel mit a' b' ist, erhält man das meßbare Dreieck a b o. So viel mal nun o b' größer ist als o b, so viel mal ist a' b' größer als a b.

Fig. 16.

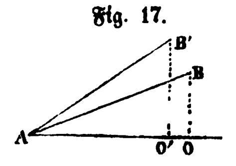


Trigonometrische Messung.

§. 19. Nicht selten findet man auf erhöhten Punkten, namentlich auf den Spitzen frei liegender Berge, mehr oder weniger hohe Pyramiden von Holz oder Stein errichtet und eine Inschrift sagt uns, daß hier ein trigonometrischer Punkt sei. Man weiß wohl im Allgemeinen, daß solche Punkte zur Vermessung der Oberfläche des Landes dienen, und daß dieses durch jene Punkte in eine Anzahl von Dreiecken getheilt ist, die wie ein Netz darüber ausgebreitet sind. Diese Dreiecke werden gemessen und ihre Summe ergiebt den Flächeninhalt des Landes.

Schwieriger ist es dagegen, ohne tieferes Eingehen in die Mathematik eine genauere Erklärung zu geben und gleichsam den Zauber, den ein solches auf der Bergeshöhe errichtetes Punctum trigonometricum für den Uneingeweihten hat, einigermaßen zu lösen. Versuchen wir es wenigstens diesem Verständniß uns zu nähern.

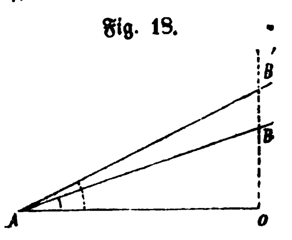
Fig. 17.



Der Winkel A ist von den Schenkeln A B und A O eingeschlossen. Vom Endpunkte B des Schenkels A B wird eine Senkrechte B O auf den Schenkel A O gefällt. A B soll eine unveränderliche Größe haben und wir nennen diese Linie daher die Konstante und nehmen an, daß sie um den Punkt A drehbar ist. Erheben wir nun die

Konstante AB, bis sie z. B. die Lage AB' (Fig. 17) hat, so sehen wir, daß sowohl der Winkel bei A, als auch die vom Endpunkte der Konstanten gefällte Senkrechte wachsen muß. Der Winkel $B'\ A\ O'$ ist offenbar größer als $B\ A\ O$ und ebenso $B'\ O'$ größer als $B\ O$. Man nennt die unter diesen Umständen wachsende Linie den **Sinus** des gegebenen Winkels A.

Fig. 18.

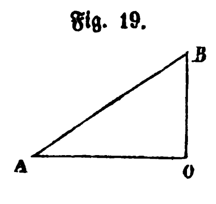


Denken wir uns jetzt an demselben Winkel A Fig. 18 den Schenkel AO unveränderlich und errichten wir auf dessen Endpunkte O eine Senkrechte $O\ B$, bis dieselbe den anderen Schenkel $A\ B$ schneidet. Wächst nun der Winkel A, so muß auch diese Senkrechte, welche wir die **Tangente** des Winkels A nennen, zunehmen.

Wie man sieht, sind also Sinus und Tangente zwei Linien, die zu einem gegebenen Winkel in bestimmter Beziehung stehen und welche beide mit der Zunahme dieses Winkels wachsen. Leicht erkennt man, daß die Tangente für gleiche Vergrößerung des Winkels A viel stärker wächst als der Sinus, und man hat ein Gesetz aufgefunden und nach demselben die sogenannten **trigonometrischen Tafeln** berechnet, in welchen für jeden gegebenen Winkel das Verhältniß zwischen dessen Tangente oder Sinus und seiner Konstanten angegeben ist. Suchen wir z. B. in den Tafeln den Sinus des Winkels von 30 Grad so finden wir die Zahl 0,5 angegeben, d. h. für diesen Winkel ist der Sinus halb so groß als die Konstante.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich nun als wichtige Nutzanwendung, daß aus den gegebenen Größen eines Winkels und eines seiner Schenkel mit Hülfe der trigonometrischen Tafeln, der Sinus oder die Tangente gefunden werden kann, wie dies ein Beispiel deutlicher macht.

Fig. 19.



Es sei $O\ B$, die Höhe eines Thurmes zu bestimmen. Bekannt ist durch vorherige Messung die Größe der Standlinie $A\ O$ gleich 430 Fuß, sowie die des Winkels A, der gleich $35°$ ist. Betrachten wir $O\ B$ als die Tangente des Winkels A, so ist sie nach den Tafeln gleich 0,7, d. h. die Tangente $O\ B$ ist $\frac{7}{10}$ von der Konstanten $A\ O$. $\frac{1}{10}$ von 430 ist aber gleich 43, folglich ist $O\ B = 7 \times 43$, was 301 Fuß giebt.

Entfernung und Größe der Himmelskörper.

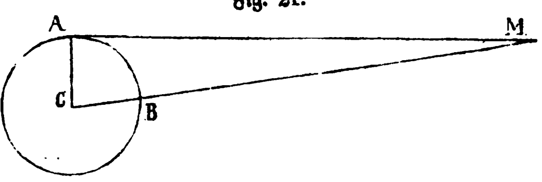
§. 20. Zu genauen Messungen, sowohl senkrechter als wagerechter Entfernungen auf der Erdoberfläche werden niemals die in §. 18 angegebenen Verfahrungsweisen, sondern stets trigonometrische Berechnungen angewendet. Bei Himmelskörpern sind letztere die allein möglichen Mittel, um zum Ziele zu ge-

langen. Da in diesem Falle der Halbmesser der Erde als Standlinie angenommen wird, so muß dessen Größe zuerst bestimmt werden, was auf folgende Weise geschieht: Denken wir uns unter dem Kreise der Fig. 20 die Erde und unter *a* und *a'* zwei Beobachter, die um den Bogen *a a'* von einander entfernt sind, dessen Länge man genau gemessen und z. B. gleich 30 Meilen gefunden hat. Jeder derselben beobachtet nun gleichzeitig einen über seinem Haupte senkrecht stehenden Fixstern *s s'*, so daß die von letzteren gezogenen Linien bei ihrer Verlängerung im Mittelpunkte der Erde zusammentreffen und dort den Winkel *c* bilden würden. Diesen Winkel können wir nicht messen, da uns der Mittelpunkt der Erde unzugänglich ist. Allein die Entfernung der Fixsterne von der Erde ist so außerordentlich groß, daß es gar keinen bemerkbaren Unterschied macht, ob ein Beobachter vom Mittelpunkte der Erde, oder vom Punkte *c'* aus an ihrer Oberfläche den Winkel mißt, welchen die von den beiden Sternen *s* und *s'* nach seinem Auge gezogenen Linien machen. Um ein Gleichniß anzuwenden, ist dies ebenso ohne Einfluß, als ob eine Milbe aus dem Mittelpunkte eines Hirsenkorns, oder von dessen Oberfläche aus, nach zwei entfernten Bergspitzen hinsehen würde. Ohne einen Fehler zu begehen, setzen wir daher den Winkel *c* gleich Winkel *c'* und messen den letzteren. Wird er $= 2^{\circ}$ gefunden, so wissen wir, aus der oben erwähnten Messung, daß ein Bogenstück *a a'* von 30 Meilen über einem Winkel von 2° steht, daß folglich auf einen Grad 15 Meilen kommen, was für den ganzen Umfang eines um die Erde gelegten Kreises, der bekanntlich 360 Grade hat, als dessen Länge $360 \times 15 = 5400$ Meilen giebt. Nach §. 11 ist aber die Länge eines Kreises 3,14 mal so groß als sein Durchmesser, folglich ist der Erddurchmesser $= \frac{5400}{3,14} = 1719$ Meilen.

Fig. 20.

§. 21. Wenn zwei Personen *A* und *C* von verschiedenen Standorten nach demselben Punkte *M* hinblicken, so schneiden sich natürlich ihre Gesichtslinien in dem

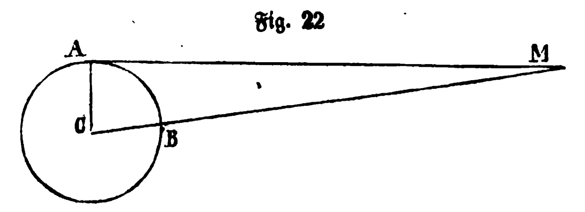
Fig. 21.



Punkte *M* und bilden einen Winkel, welchen man den **parallaktischen Winkel** nennt. Befände sich in *M* ein Auge, so wäre dieser Winkel der Sehwinkel, unter welchem ihm die Standlinie *A C* der beiden Beobachter erscheint. Der

Winkel bei *M* drückt also die scheinbare Größe aus, die *A C* hat, wenn es von *M* aus betrachtet wird, und man nennt dieselbe die **Parallaxe** von *M*.

Fig. 22



Es sei *M* der Mond, *C* der Mittelpunkt der durch den Kreis vorgestellten Erde, so ist *A C* die Parallaxe des Mondes, d. h. die scheinbare Größe, welche der Erdhalbmesser haben würde, vom Monde aus gesehen. Wird nun der Mond gleichzeitig von *A* beobachtet, in dessen Horizont *M* steht, und von *B*, über dessen Scheitel er sich befindet und dessen Gesichtslinie verlängert durch den Mittelpunkt der Erde geht, so erhalten wir, indem die Punkte *A C M* durch Linien verbunden gedacht werden, das Dreieck *A C M*.

Da *A M* als Kreistangente (§. 11) rechtwinklig auf dem Halbmesser *A C* steht, so ist der Winkel bei *A* ein rechter, und die Größe des Winkels bei *C* ist durch den Bogen *A B* bekannt, durch welchen beide Beobachter von einander entfernt sind. Sobald aber die Größe von zwei Winkeln eines Dreiecks bekannt ist, ergiebt sich die des dritten, weil wir wissen, daß alle Winkel eines Dreiecks zusammengenommen gleich 2 rechten (= 180°) sind. Auf diese Weise findet man, daß der Winkel bei *M*, der allgemein die Parallaxe des Mondes heißt, 56 Minuten und 58 Secunden beträgt. Wir kennen also in dem rechtwinkligen Dreieck *M A C* die Größe des Winkels $M = 56' \, 58''$, sowie die des Erdhalbmessers = 850 Meilen, und dies reicht hin, um mittels trigonometrischer Berechnung die Größe der Seite *M C*, d. h. die Entfernung des Mondes von der Erde zu finden. *A C* ist nämlich der Sinus des Winkels *M*, und nach den Tafeln ist der Sinus eines Winkels von $56' \, 58'' = \frac{1652}{100000}$. — Mit anderen Worten heißt dies nach §. 19: Theilen wir die Konstante *M C*, d. i. die Entfernung des Mondes in 100000 gleiche Theile, so ist der Sinus *A C*, nämlich der Halbmesser, gleich 1652 von diesen Theilen. 1652 ist aber 60mal in 100000 enthalten, folglich ist die Entfernung des Mondes gleich 60 Erdhalbmessern oder $60 \times 860 = 51600$ Meilen.

Auf ähnliche Weise hat man die Parallaxe der Sonne = 8″,6 und hieraus die Entfernung der Sonne gleich 20 Millionen Meilen gefunden.

§. 22. Sobald wir aber die Entfernung der Sonne und des Mondes, sowie die scheinbare Größe derselben kennen, so läßt sich die wirkliche Größe derselben leicht berechnen. Denken wir uns nämlich unter *A C* (Fig. 22) den Halbmesser des Mondes, unter *A M* die Entfernung desselben von der Erde, so ist, wenn wir *A M* zu Konstanten wählen, *A C* die trigonometrische Tangente des Win-

kels *M*. Nun hat man aber durch Beobachtungen den scheinbaren Durchmesser des Mondes oder den Sehwinkel, unter welchem er den bei *M* befindlichen Beobachter erscheint, = 31′ 16″ gefunden. Die scheinbare Größe des Mondhalbmessers beträgt daher 15′ 38″. Die trigonometrische Tangente eines Winkels von 15′ 38″ verhält sich aber zur Konstante wie 454 : 100000. Hieraus erhält man, weil die Konstante AM = 51600 Meilen ist, für $AC = \frac{454 \times 51600}{100000}$ = 234 Meilen, und für den wirklichen Durchmesser des Mondes, welcher zweimal AC ist, 468 Meilen. Auf dieselbe Weise berechnet man aus dem scheinbaren Sonnendurchmesser, welcher = 32′ 0″ $^{88}/_{100}$, und ihrer Entfernung den wirklichen Durchmesser derselben zu 192608 Meilen.

II. Allgemeine astronomische Erscheinungen.

A. Die Erde.

Gestalt.

§. 23. Es ist ein großer Vortheil für die Darstellung der astronomischen Erscheinungen, daß wir fast schon von frühester Jugend mit der Vorstellung vertraut gemacht werden, die Erde und die Gestirne als kugelförmige, frei im Weltraum schwebende Körper zu betrachten. Wir durften daher in den früheren Abschnitten dies als bekannt voraussetzen und uns vorbehalten, den Beweis dafür nachträglich zu liefern.

Für die Kugelgestalt unserer Erde sprechen nun unwiderleglich die folgenden Thatsachen. Welchen Standpunkt auf der Erde wir auch wählen mögen, so läßt sich immer nur ein verhältnißmäßig geringer Theil ihrer Oberfläche ringsum überblicken, der viel ausgedehnter sein müßte, wenn die ganze Erdoberfläche eine Ebene wäre. Verfolgen wir ferner ein auf glattem Meeresspiegel von uns sich entfernendes Schiff mit den Augen, so verschwindet zuerst der untere Theil und erst nach und nach Mast und Wimpel desselben. Es ist dies eine ganz ähnliche Erscheinung, wie wenn Jemand von uns hinweg einen gerundeten Hügel hinabsteigt, wo uns zuerst dessen Füße und zuletzt der Hut unsichtbar wird, während dieser das Erste ist, was bei der umgekehrten Bewegung zum Vorschein kommt. Sodann haben unzählige in allen Richtungen zu Wasser und zu Lande unternommene Reisen es geradezu bewiesen, daß man einen Weg um diese Kugel beschreiben kann, daß man, von einem Punkte der Erdoberfläche stets in derselben Richtung fortschreitend, endlich wieder zu demselben zurückkommt, was freilich vieler Hindernisse wegen nicht in jeder beliebigen Richtung ausführbar ist. Wir

schließen endlich auf die kugelförmige Gestalt der Erde aus der runden Form des von ihr bei Mondfinsternissen auf den Mond geworfenen Schattens und aus dem Umstand, daß an vielen anderen Himmelskörpern die Kugelgestalt durch die Beobachtung außer allen Zweifel gesetzt ist.

Ungeachtet der Kugelgestalt der Erde erscheint uns ihre Oberfläche als eine Ebene, was lediglich die Folge ihrer beträchtlichen Größe ist. Selbst von Bergspitzen, die eine Höhe von 10000 Fuß haben, erblickt das Auge nur $^1/_{4000}$ des ganzen Flächenraums der Erde, und dieser kleine Theil erscheint ihm daher als Ebene.

Größe der Erde.

§. 24. Es wurde in §. 20 bereits gezeigt, wie es möglich ist, einen Körper von so großer Ausdehnung wie die Erde genau zu messen. Hiernach ergeben sich für die Größenverhältnisse der Erdkugel die folgenden Zahlen:

Durchmesser der Erde	=	1 719 Meilen
Größter Umfang .	=	5 400 Meilen
Oberfläche	=	9 282 060 Quadrat-Meilen
Körperlicher Inhalt	=	2 659 310 190 Kubik-Meilen.

Aus diesen Zahlen folgt von selbst, daß die Erhabenheiten auf der Erdoberfläche, nämlich die Gebirge, in Beziehung auf die Gestalt des ganzen Körpers von keinem Einfluß sind. In der That, wenn wir uns die Erde durch eine Kugel von 16 Zoll Durchmesser vorgestellt denken, so gleichen unseren höchsten Gebirgen etwa Sandkörnchen von $^1/_{100}$ Zoll Höhe, die an der Oberfläche dieser Kugel hängen.

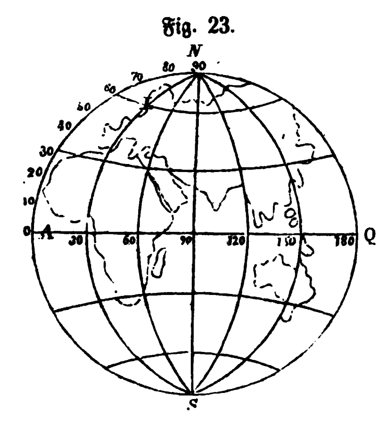
Eintheilung der Erde.

§. 25. Eine auf der Kegelbahn laufende Kugel hat außer dem Wege zu ihrem Ziele noch eine zweite Bewegung. Wir sehen, daß die an ihrer Oberfläche hängenden Sandkörnchen, je nach der Stelle, wo sie sich befinden, kleinere oder größere Kreise um zwei einander gegenüberliegende Punkte der Kugel beschreiben, und wir nennen die durch den Mittelpunkt der Kugel und diese Punkte gedachte Linie die Umdrehungsaxe oder kurz die Axe der Kugel.

Es ist erwiesen, daß die Erde, Fig. 23 a. f. S., ebenfalls um eine Axe *NS* sich dreht, deren Endpunkte **Pole** heißen. Der eine dieser Pole *N* wird **Nordpol**, der andere *S* wird **Südpol** genannt, und der in gleicher Entfernung von beiden Polen um die Erde gezogene größte Kreis *AQ* ist der Erdgleicher oder **Aequator**, da er die Erdoberfläche in zwei gleiche Theile, nämlich in die nördliche und südliche Halbkugel, unterscheidet. Der Aequator wird in 360 gleiche Theile oder **Grade** getheilt, deren jeder, wie bereits §. 20 erwähnt wurde, 15 Meilen lang ist. Von jedem dieser Theilungspunkte denken wir uns einen Kreis durch die beiden Pole gezogen, so daß die Erdkugel gleich-

sam von 180 Reifen umspannt erscheint, von welchen wir hier jedoch nur einige von je 30 zu 30 Graden gezeichnet haben. Diese senkrecht durch den Aequator und durch die beiden Pole der Erde gehende Kreise werden Meridiane genannt und haben natürlich alle gleiche Größe. Ihre am Aequator 15 Meilen betragende gegenseitige Entfernung nimmt jedoch nach den Polen hin immer mehr ab, da sie ja nach denselben zusammenlaufen.

Fig. 23.



Um die Meridiane zu zählen, muß man an einem bestimmten Punkte, z. B. bei *A* Fig. 23, anfangen. Auf der Erde denkt man sich den ersten Meridian über die im atlantischen Ocean an der Westküste von Afrika liegende Insel Ferro gehend und zählt von hieraus die folgenden Meridiane.

Den Abstand irgend eines Meridians vom ersten Meridiane nennt man seine Länge und wir bedienen uns desselben, um die Lage eines Orts auf der Erdoberfläche zu bezeichnen. Es sei *L* Fig. 23 eine Stadt, so ist ihre Länge 30 Grad, da sie unter einem Meridiane liegt, der vom ersten um 30° entfernt ist. So z. B. ist die Länge des Hekla auf Island 1°, von Oporto 9°, von Paris 20°, von Wien 34°, von Bagdad 63°, von Calcutta 94°, von Canton 131° u. s. w., auf welche Weise wir um die Erde herum wieder zum Ausgangspunkte kommen. Mit 180° der Länge hat man den Weg um die halbe Erdkugel beschrieben und somit die größte Entfernung vom ersten Meridian erreicht, dem man sich jetzt gerade gegenüber auf der anderen Seite der Erde befindet, und von diesem Punkte aus fortschreitend, nähert man sich dem Anfangspunkte wieder.

§. 26. Man sieht jedoch leicht, daß mit der Angabe der Länge eines Ortes die Lage desselben auf der Erdoberfläche noch nicht hinreichend bestimmt ist, denn wenn ich z. B. sage, die Länge eines Ortes ist 30°, so kann derselbe auf irgend einem beliebigen Punkte des ganzen Halbkreises *NLS* Fig. 23 liegen. Dieser Punkt muß daher noch näher bezeichnet werden und man theilt deshalb den ersten Meridian zu beiden Seiten des Aequators nach den Polen hin in 90 gleiche Theile, welche Breitegrade heißen, und zieht von da aus, parallel mit dem Aequator, die sogenannten Parallelkreise, die natürlich nach den Polen hin immer kleiner werden.

Unter der Breite eines Orts verstehe ich daher die Entfernung desselben von dem Aequator nach einem der Pole, und man unterscheidet nördliche und südliche Breite, je nachdem der Ort auf der nördlichen oder südlichen Halbkugel liegt.

So z. B. hat der Punkt L (Fig. 23) 30° Länge und 60° nördliche Breite, was ungefähr die Gegend von Schweden ist.

Viel genauer werden jedoch solche Ortsbezeichnungen noch dadurch, daß man sowohl die Grade der Länge, als der Breite nochmals in Minuten und Secunden abtheilt.

Ungemein veranschaulicht wird diese Eintheilung der Erdoberfläche, wenn man auf einer Kugel die hauptsächlichsten der genannten Linien verzeichnet und die Umrisse der Welttheile, sowie einige der bekanntesten Orte einträgt. Eine Vorrichtung der Art heißt künstliche Erdkugel oder Erdglobus.

Als Beispiel führen wir im Nachfolgenden die Lage mehrerer Orte an:

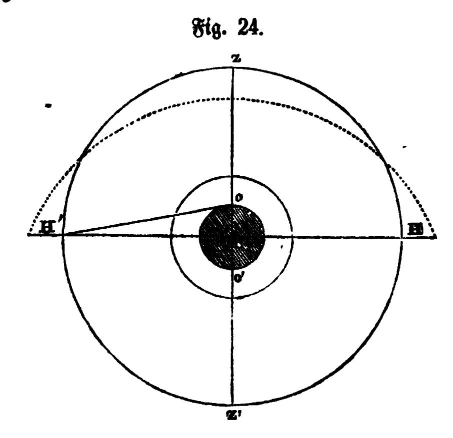
Ort.	Länge (von Ferro gerechnet).	Breite (oder Polhöhe).
Athen	41° 32′	38° 5′ Nördl.
Augsburg	28 33	48 21
Berlin	31 3	52 31
Cöln	24 35	50 15
Constantinopel	46 36	41 1
Darmstadt	26 15	49 56
Frankfurt am Main	26 1	50 7
Göttingen	27 36	51 32
Hamburg	27 38	53 33
Innsbruck	29 3	47 16
Königsberg	38 10	54 43
Leipzig	30 1	51 20
London	17 35	51 31
Mannheim	26 7	49 29
München	29 14	48 8
Paris	20 0	48 50
Petersburg	47 59	59 56
Prag	32 5	50 5
Rom	80 9	41 54
Riga	41 47	56 57
Stralsund	41 12	54 19
Wien	34 2	48 12
Worms	26 1	49 38

B. Eintheilung des Himmels.

§. 27. Der Standpunkt, von welchem das menschliche Auge hinausblickt in den Weltraum, ist die Erde. Auch ohne genauere astronomische Kenntnisse können wir voraussetzen, daß Vieles sich in anderer Weise darstellen würde, wenn das Auge auf dem Monde, der Sonne oder auf einem der entferntesten Gestirne sich befände. Wir müssen deshalb den uns umgebenden Raum in Beziehung auf unsere Erde und uns selbst eintheilen, wir müssen in demselben gewisse Punkte, Linien und Regionen bezeichnen, ohne welche es nicht möglich wäre, die in demselben vorgehenden Erscheinungen überhaupt in bestimmter Weise zu besprechen.

Die Kugelgestalt der Erde läßt natürlich kein Oben oder Unten derselben erkennen, und es nimmt daher jeder Beobachter an, sein Standpunkt sei der höchste. Befänden wir uns z. B. an dem Punkte *o* der Erdkugel Fig. 24, so befindet sich freilich der Bewohner des entgegengesetzten Punktes unter unseren Füßen. Allein der Bewohner von *o'* hätte dasselbe Recht sich über uns zu dünken.

Fig. 24.



Wird eine Linie senkrecht durch den Körper des Beobachters *o* gelegt, so geht dieselbe, beliebig verlängert, durch den Mittelpunkt *C* der Erde und durch den Punkt Z, der gerade über dem Scheitel des Beobachters sich befindet und dessen Zenith genannt wird, nach dem entgegengesetzten Punkte Z', welcher der Nadir desselben Beobachters ist.

Befindet sich ein Gestirn, z. B. die Sonne, an der Stelle von Z, so sagt man, dieselbe steht im Zenith des Beobachters *o*. Ein gleichzeitig bei Z', d. h. im Nadir befindlicher Weltkörper kann natürlich von demselben Beobachter nicht gesehen werden.

§. 28. Betrachten wir von *o* aus den hellen Sternenhimmel, so erscheinen dem Auge alle an demselben schimmernden Sterne in gleicher Entfernung; es macht den Eindruck, als befänden wir uns inmitten eines ungeheuren Domes, an dessen innerer Wölbung jene Sterne befestigt seien. Dieses scheinbare Himmelsgewölbe, das ringsum die Erde umgiebt, wird durch den Kreis Z *H'* Z' *H* Z vorgestellt, wobei natürlicherweise die Entfernung von *o* bis Z unendlich größer

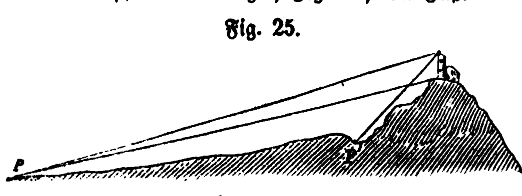
anzunehmen ist. Zu bemerken ist übrigens, daß in Folge einer optischen Täuschung das Himmelsgewölbe nicht genau halbkugelförmig erscheint, sondern ein wenig eingedrückt, etwa so wie die punktirte Linie es andeutet.

Scheinbarer und wahrer Horizont.

§. 29. Richtet aber der Beobachter seinen Blick nicht nach oben, sondern ringsum auf die Erdoberfläche selbst, so erscheint ihm dieselbe als eine kreisrunde Fläche, in deren Mittelpunkte er selbst sich befindet. Am reinsten stellt sich dies auf offener ruhiger See oder auf erhabenen Punkten, wie Bergspitzen, dar, und dieser Gesichtskreis, welcher der scheinbare Horizont genannt wird, erscheint ringsum begränzt von dem Gewölbe des Himmels, gleich als ob es rings auf demselben ruhe und von ihm getragen würde. Angeführt wurde bereits, daß selbst von 10000 Fuß hohen Bergen das Auge nur $^1/_{4000}$ der Erdoberfläche überblickt, und in der Höhe von 25000 Fuß, der größten Erhebung, die je ein Mensch erreichte, beträgt der Halbmesser des Gesichtskreises 43 deutsche Meilen.

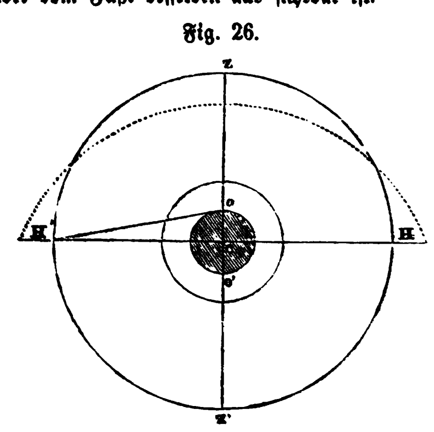
Vom Gipfel eines Berges, Fig. 25, am Fuße des Thurmes, erblicken wir den in weiter Entfernung befindlichen Punkt *P* eben so gut, als von der Spitze des Thurmes. Die Höhe des letzteren ist zu gering, sie ist von keinem Einfluß auf sehr weit entfernte Gegenstände, sie dient nicht zur Erweiterung unseres Horizontes. Daß jedoch diese Höhe von Einfluß für nahe Gegenstände ist, zeigt der Punkt *P'*, der zwar von der Spitze des Thurmes, nicht aber vom Fuße desselben aus sichtbar ist.

Fig. 25.



Dasselbe gilt im Großen von der Erde in Beziehung auf die in außerordentlich großer Entfernung von derselben befindlichen Sterne. Der Halbmesser *o c*, Fig. 26, der Erde ist im Vergleich mit jener Entfernung eine ganz verschwindende Größe, und es ist gewiß, daß ein Beobachter, den wir uns im Mittelpunkte *c* der Erde denken, keinen größeren Theil des Himmels überblicken könnte, als der auf ihrer Oberfläche bei *o* befindliche. In der

Fig. 26.



That kann ein bei H' stehender Stern eben so gut von o aus gesehen werden, als von c, daher denn eine durch den Mittelpunkt der Erde gelegte Ebene $H' C H$, die senkrecht von der durch Zenith und Nadir (Z und Z') des Beobachters o gehende Linie geschnitten wird, den **wahren Horizont** des Beobachters o bezeichnet. In der Astronomie versteht man unter Horizont immer eine solche Ebene, und wie man sieht, theilt diese den Himmelsraum in zwei Hälften, deren eine über, die andere unter dem Horizont sich befindet. Es ist einleuchtend, daß ein unter dem Horizont befindlicher Gegenstand dem Auge nicht sichtbar sein kann.

Scheinbare Bewegung der Himmelskörper.

§. 30. Wenn wir uns mit einer gewissen Geschwindigkeit z. B. in einem Wagen fortbewegen, so kommt es uns vor, als ob die am Wege stehenden Gegenstände, z. B. die Bäume, in entgegengesetzter Richtung sich bewegten, als ob sie uns entgegen und an uns vorbei liefen. Diese scheinbare Bewegung ist so bekannt, daß sie kaum ein Kind zu täuschen vermag.

Allein dieselbe Täuschung erleben wir täglich in Folge der Umdrehung der Erde um ihre Axe. Es kommt uns vor, als ständen wir ganz ruhig und unverändert in der Mitte der hohlen Himmelskugel, die sich mit ihren Gestirnen um die Erde dreht. In der That war dies auch Jahrtausende lang die Ueberzeugung der Erdbewohner und es kostete keine geringe Schwierigkeit, die richtige Ansicht festzustellen.

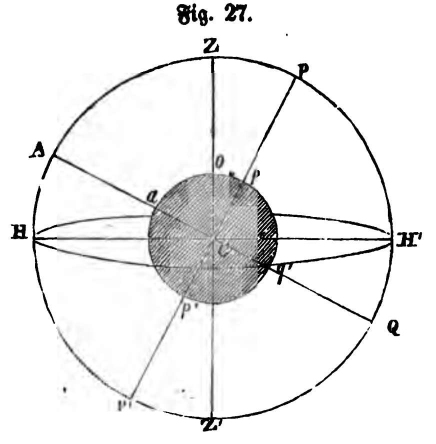
Wir werden jedoch zunächst die Erscheinungen am Himmel so betrachten, als ob wirklich die Erde der feststehende Mittelpunkt desselben wäre. Wenn deshalb vom Aufgehen oder Untergehen u. s. w. der Sterne die Rede ist, so sind alle diese Bewegungen nur als scheinbare zu verstehen. Auch im gewöhnlichen Leben hat man alle Ausdrücke der scheinbaren Bewegungen beibehalten und ein großer Theil der Astronomie ist nichts anderes, als gleichsam eine Uebersetzung der scheinbaren Ereignisse am Himmel in die wirklichen.

§. 31. Die aufmerksame Beobachtung des Sternenhimmels kann in einer einzigen Nacht uns überzeugen, daß alle sichtbaren Sterne Kreise beschreiben, die um so kleiner sind, je näher die Sterne einem gewissen Punkte P Fig. 27 (a. f. S.) des Himmels stehen. Ganz in der Nähe dieses Punktes befindet sich ein ziemlich heller Stern, der sogenannte **Polarstern**, welcher so gut wie keine Bewegung hat, sondern dem Auge immerwährend an derselben Stelle erscheint. Eine von jenem Sterne durch den Mittelpunkt c der Erde gezogene Linie $P P'$ stellt daher die Himmelsaxe dar, um welche alle Gestirne ihre scheinbare Bewegung machen. Der durch die Erde gehende Theil $p p'$ der Himmelsaxe ist die **Erdaxe**, deren Nordpol p auf der Seite des Polarsterns, und deren Südpol p' auf der entgegengesetzten Seite liegt.

Wir haben also mit Hülfe der Gestirne die Lage der Erdaxe bestimmt, und

diese bezeichnet uns zugleich die Lage des Aequators. Denn wenn p p' die Erdaxe ist, so ist a q' der von beiden Polen gleich weit entfernte größte Kreis, dessen Ebene die Erdaxe im rechten Winkel schneidet.

Fig. 27.



Denken wir uns die Ebene des irdischen Aequators erweitert, bis sie das Himmelsgewölbe erreicht, so erhalten wir den Aequator des Himmels, A Q, der diesen letzteren in eine nördliche und südliche Halbkugel abtheilt. Natürlich können wir den Aequator nicht an den Himmel zeichnen. Allein wir können uns diese Linie denken und diejenigen Sterne bemerken, durch welche der Aequator geht. Bei astronomischen Besprechungen wird unter Aequator stets der des Himmels verstanden.

Einem Beobachter können wir nun auf der Erdoberfläche in Beziehung zur Erdaxe verschiedene Stellungen geben, die von wesentlichem Einfluß auf die Art sind, in welcher die Erscheinungen am Himmel sich darstellen. Einmal kann derselbe an einem der beiden Pole, z. B. bei p, sich befinden, oder an einem Punkte des Aequators, z. B. bei a, oder endlich an irgend einer Stelle der Erdoberfläche, die zwischen Pol und Aequator sich befindet, wie z. B. o.

Der letztere Fall ist der am häufigsten vorkommende, und namentlich befinden sämmtliche Europäer sich in demselben, so daß wir zuerst die Erscheinungen beschreiben wollen, wie sie sich einem Beobachter darstellen, der sich in o Fig. 27 befindet. Dieser Punkt ist vom Nordpol um 50° entfernt, was etwa der Gegend von Frankfurt und des mittleren Deutschlands entspricht.

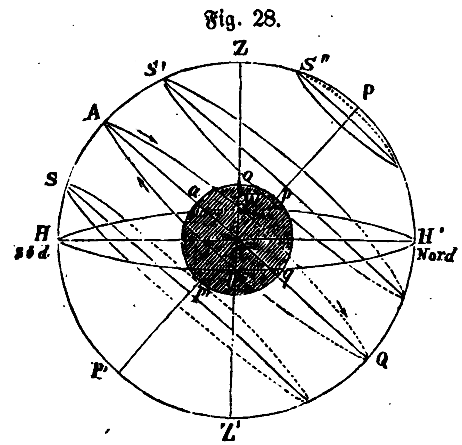
Erscheinungen am Tage.

§. 32. Wenden wir am 21sten März morgens etwas vor sechs Uhr den Blick nach der hellsten Stelle des Horizonts, so sehen wir an einem Punkte O, Fig. 28, desselben die Sonne über den Horizont sich erheben, oder aufgehen. Wir nennen den Punkt, wo dieses stattfindet, Morgen oder Ost, und der auf der gerade entgegengesetzten Stelle des Horizonts als um 180° vom Ostpunkt entfernt liegende Punkt W wird Abend oder West genannt. Sehen wir von Ost nach West, so wird der links um 90° vom Westpunkte entfernte Punkt H des Horizonts als Mittag oder Süd bezeichnet, und diesem gegenüber, 90° rechts von West entfernt, bei H', ist Mitternacht oder Nord.

Diese vier Punkte am Horizont werden die vier Weltgegenden genannt, und die geraden Linien, welche je zwei einander gegenüberliegende Weltgegenden verbinden, schneiden sich im Mittelpunkte der Erde unter rechten Winkeln. Die Linie *H H'*, welche Süd mit Nord verbindet, wird die Mittagslinie genannt.

§. 33. Die Umdrehung der Erde findet in der Richtung von West nach Ost Statt. In Folge davon sehen wir die Sonne, nachdem sie bei *O* aufgegangen ist, in einem Bogen, den der Horizont in dem spitzen Winkel *A O H*, Fig. 28, schneidet und der deshalb ein schiefer Bogen genannt wird, immer mehr und mehr in der Richtung des Pfeiles sich zu erheben.

Fig. 28.



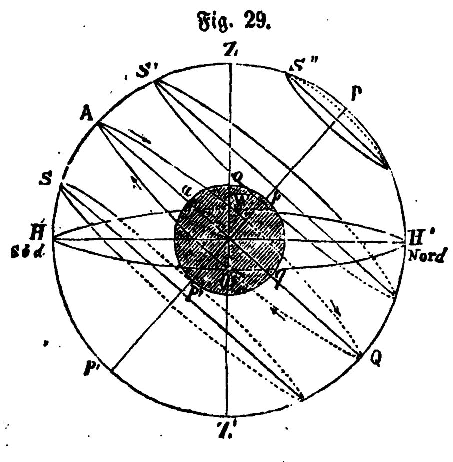
Auf diese Weise erreicht endlich die Sonne, bei *A* ankommend, am Himmel ihren höchsten Punkt, welcher Culminationspunkt genannt wird, und der Zeitpunkt, an welchem dieses eintritt, heißt Mittag. Von diesem Augenblicke an sehen wir die Sonne in der Richtung des zweiten Pfeiles nach dem Horizont wieder hinabsteigen und endlich im Westpunkt *W* desselben verschwinden oder untergehen. So lange die Sonne über dem Horizonte sich befindet, erhellt ihr blendendes Licht die Oberfläche der Erde und den über dem Beobachter befindlichen Theil der Atmosphäre, so daß alle übrigen Gestirne am Himmel überstrahlt werden und daher unsichtbar sind. Wir nennen bekanntlich diese Zeit Tag und den Bogen *O A W*, welchen die Sonne während derselben beschreibt, den Tagbogen.

So wie aber die Sonne untergegangen ist, so hat der glänzende Tag sein Ende erreicht. Es tritt die Dämmerung ein, welcher alsbald die Nacht folgt und die Erde in Dunkelheit hüllt, während an dem Gewölbe des Himmels die Sterne auftauchen, zu welchen nicht selten der Mond sich gesellt, und das von demselben verbreitete Licht vermindert die nächtliche Dunkelheit nicht unbedeutend. Der Bogen *W Q O*, welchen die Sonne unter dem Horizont zurücklegt, heißt ihr Nachtbogen. Bei *Q* erreicht die Sonne ihren tiefsten Standpunkt oder ihre untere Culmination.

Die Zeit, welche die Sonne braucht, um auf diese Weise die scheinbare Bewegung von *O* nach *A*, *W*, *Q* bis wieder nach *O* zurückzulegen, wird ein mittlerer Sonnentag, oder kürzer bloß ein Tag genannt und in 24 Stunden eingetheilt.

Bei der Betrachtung von Fig. 29 sieht man sogleich, daß der Weg *OAWQO*, welchen die Sonne am 21sten März zurücklegt, dieselbe Linie ist, welche wir weiter oben §. 31' als Aequator des Himmels bezeichnet haben, und es geht also an diesem Tage die Sonne durch den Aequator. Auch erkennt man, daß der Tagbogen *O A W* gleich ist dem Nachtbogen *W Q O*, daß folglich Tag und Nacht die gleiche Dauer von 12 Stunden haben. Man nennt den Zeitpunkt, wo dieses stattfindet, die Frühlings-Nachtgleiche oder das Frühlings-Aequinoctium.

Fig. 29.



Bekanntlich ändert sich aber die Dauer von Tag und Nacht im Laufe des Jahres ungemein. Unmöglich kann daher die Sonne während des ganzen Jahres im Aequator stehen. Dieses ist auch in der That nicht der Fall, denn beobachtet *o* um die Mittagszeit die Sonne einige Wochen später, so sieht er, daß sie viel höher über seinen Horizont *H H'* hinaufrückt und dem Pole *P* genähert ist, ja es nimmt dieses Hinaufrücken der Sonne nach dem Pole täglich zu, bis dieselbe am 21sten Juni Mittags ihren höchsten Standpunkt bei *S'* erreicht hat. Ihre Erhöhung über dem Aequator beträgt alsdann $23\frac{1}{2}°$. Offenbar ist der an diesem Tage beschriebene Tagbogen viel größer als der Nachtbogen, folglich der Tag beträchtlich länger als die Nacht. Wir haben daher am 21sten Juni den längsten Tag, und man sagt, die Sonne befindet sich im Sommer-Solstitium.

Von diesem Tage an näheren sich die von der Sonne beschriebenen Bogen wieder immer mehr dem Aequator und am 22sten September tritt die Sonne abermals in den Aequator *A Q*, und wir haben alsdann Herbst-Nachtgleiche oder Herbst-Aequinoctium. In den hierauf folgenden Tagen entfernt sich die Sonne südlich vom Aequator, ihre Tagbogen werden immer kleiner, die Tage folglich immer kürzer, bis dieselbe am 23sten December im Winter-Solstitium angekommen ist, an welchem wir den kürzesten Tag haben. Von nun an nähert sich die Sonne wieder dem Aequator und tritt am 21sten März abermals in denselben ein.

Die Zeit, innerhalb welcher wir diese Beobachtung machen, die also die Sonne braucht, um von dem Aequator nach ihrem höchsten Punkt *S'* hinaufzusteigen, sodann ihren tiefsten Punkt *S* zu erreichen, und endlich wieder in den

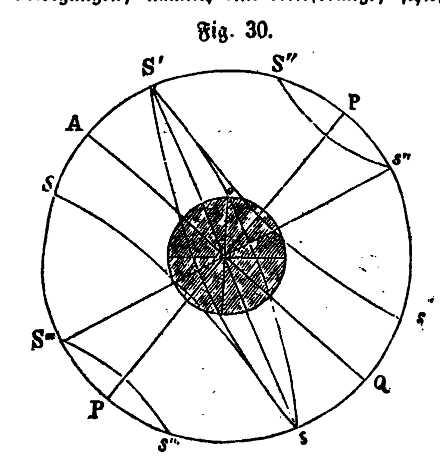
Aequator einzutreten, wird ein Jahr genannt, und dieses hat genau 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten und 48 Secunden.

Gleichzeitig sehen wir, daß die Sonne dem Beobachter *o* nicht jeden Tag an derselben Stelle auf- und untergeht, daß vielmehr die Punkte des Auf- und Untergangs mehr nach Norden (*H'*) rücken, wenn die Tage zunehmen, und mehr nach Süden (*H*), wenn sie abnehmen. Der Punkt *O*, wo die Sonne bei der Nachtgleiche aufgeht, wird auch der **Frühlingspunkt** genannt.

Ekliptik.

§. 31. Nach dem Vorhergehenden hat also die Sonne für uns zweierlei scheinbare Bewegungen, nämlich eine kreisförmige, schief vom Horizont aufsteigende, die wir aus der Umdrehung der Erde und aus unserer Stellung *o* zur Erdaxe *p p'* erklären, und sodann eine zwischen den Solstitial-Punkten *S* und *S'* auf- und absteigende, aus welcher die Ungleichheit der Tage erfolgt. Sehen wir nun zunächst von der täglichen Bewegung der Sonne ab und bemerken uns, daß sie zur Zeit des Sommer-Solstitiums am 21sten Juni Mittags bei *S'* und ein halbes Jahr später, um Mitternacht des 23sten Decembers bei *S* steht, von wo sie nach abermals einem halben Jahre bei *S'* wieder ankommt, so können wir offenbar diesen jährlichen Weg der Sonne durch den Kreis vorstellen, dessen Durchmesser die Linie *S' s* ist und welcher die **Ekliptik** genannt wird.

Fig. 30.



Die Ebene der Ekliptik *S' s* schneidet die Ebene des Aequators *A Q* in einem Winkel von 23½°, und denselben Winkel macht die Axe der Ekliptik *S''' s''* mit der Himmelsaxe *P' P*. Wie man sieht, schließen die beiden Parallelkreise *S' s'* und *S s* einen zu beiden Seiten des Aequators liegenden Gürtel des Himmels ein, außerhalb dessen die Sonne sich uns niemals zeigt. Die beiden Parallelkreise selbst heißen Wendekreise, weil die Sonne, sobald sie in einem derselben angekommen ist, gleichsam umwendet, um sich dem Aequator wieder zu nähern. Die mit den Polen der Ekliptik *S''' s''* um die Himmelspole *P' P* beschriebenen Parallelkreise *S'' s''* und *S''' s'''* heißen die beiden **Polarkreise**

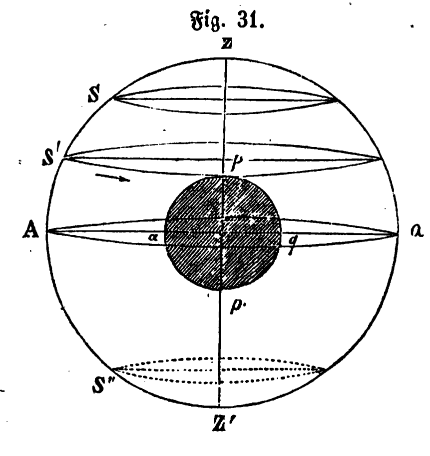
Erscheinungen bei Nacht.

§. 35. Auch die Sterne erreichen, indem sie ihre Kreise am Himmel beschreiben, für den Beobachter einen höchsten oder oberen Culminationspunkt (*S*, *A*, *S'*, *S''* Fig. 30) und einen unteren Culminationspunkt, der auf der entgegengesetzten Stelle der Himmelskugel liegt. Nur bei solchen Sternen, die wie *S''* näher bei dem Pole *P* stehen, können wir beide Culminationen wahrnehmen. Solche Sterne gehen für uns niemals unter, und wir erblicken sie auch am Tage, z. B. bei totalen Sonnenfinsternissen in der Nähe des Nordpols stehend. Die entfernteren Sterne *S'*, *A*, *S* legen ihre Kreise theilweise unter dem Horizont zurück, sie gehen daher auf und unter. Manche derselben, die vom Pole sehr weit abstehen, erheben sich kaum über den Horizont, um sogleich wieder zu verschwinden. Diejenigen endlich, die dem Südpol näher sind, wie *S'''*, beschreiben um diesen ihre Kreise, ohne dem Beobachter in *o* jemals sichtbar zu werden.

Niemals finden wir jedoch bei den Fixsternen, daß sie gleich der Sonne ihre Stelle gegen Aequator und Pol ändern, daß sie denselben bald zu- bald abrücken. Ein solcher Stern, der heute im Aequator bei *A* steht, beschreibt auch in jeder folgenden Nacht des ganzen Jahres seinen Kreis im Aequator. Dasselbe gilt für alle übrigen Sterne, z. B. für *S*, *S'*, *S''*, die wir das ganze Jahr über zu denselben Zeiten an der nämlichen Stelle antreffen.

§. 36. Sehr von dem seither beschriebenen abweichend sind jedoch die Erscheinungen, die am Himmel sich darbieten, wenn wir den Beobachter an dem Aequator oder an einem der Pole der Erde aufstellen. Nehmen wir unsere Stellung z. B. am Nordpol *p*, so steht natürlich der Polarstern in dem Zenith *Z*, und die Ebene des Horizonts fällt in die Ebene des Aequators *A Q*. Wenn die Sonne sich über dem Horizont befindet, so beschreibt sie, ohne unterzugehen, rings um den Horizont einen Kreis. Ebenso beschreiben die Sterne *S*, *S'* Kreise, die untereinander und mit dem Horizont *A Q* parallel sind, daher sie für den Beobachter *p* weder auf-, noch untergehen.

Fig. 31.



Wie später gezeigt wird, steht während der Hälfte des Jahres die Sonne über dem Horizont der in der Nähe des Nordpols Wohnenden, so daß sie während dieser Zeit gar nicht untergeht, der Tag folglich 6 Monate dauert.

Eben so lange dauert die darauf folgende Nacht, wenn die Sonne unter den Horizont hinabsteigt und nun den Südpol-Bewohnern 6 Monate lang sichtbar wird.

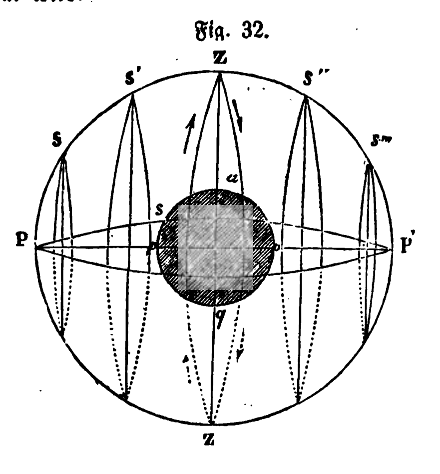


Fig. 32.

§. 37. Wenn ein Beobachter sich am Aequator der Erde, bei *a* Fig. 32 befindet, so ist *p p'* die Erdaxe, und deren Verlängerung liegt alsdann im Horizont *P P'* desselben Beobachters. Während der Polarstern bei *P'* im Horizont unbeweglich erscheint, erheben sich alle übrigen Sterne, z. B. *S*, *S'*, *Z*, *S''*, *S'''* in senkrechter Richtung über den Horizont *P P'* und beschreiben halbe Kreise über demselben. Ebenso steigt dort die Sonne senkrecht über den Horizont herauf, und wieder unter denselben hinab. Wie man sieht, sind alle Bogen über dem Horizonte den unterhalb desselben befindlichen vollkommen gleich, daher am Aequator die Sonne oder die Sterne ebenso lange sichtbar sind, als die Zeit währt, in der sie unsichtbar sind, folglich Tag und Nacht dieselbe Dauer von 12 Stunden haben.

Polhöhe.

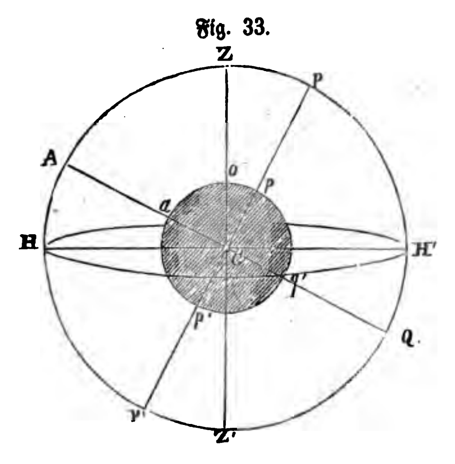


Fig. 33.

§. 38 Die Entfernung des Nordpols *P*, Fig. 33, von dem Horizonte *H'* eines Beobachters wird die Polhöhe des letzteren genannt.

So z. B. wird die Polhöhe, in welcher der Polarstern bei *P* dem Beobachter *o* erscheint, sowohl durch den Bogen *P H'*, als auch durch den Winkel *P C H'* ausgedrückt.

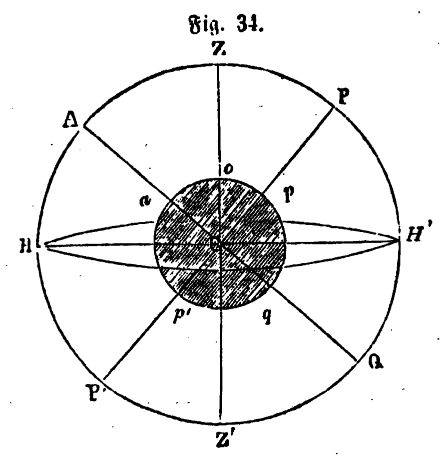
Unter Aequator-Höhe versteht man die Entfernung eines im Aequator, also bei *A* stehenden Sternes von dem Horizont *H* des Beobachters,

die sowohl durch den Winkel *A C H*, als auch durch den Bogen *A H* ausgedrückt wird.

Die Bogen der Pol- und der Aequatorhöhe eines und desselben Ortes machen zusammengenommen immer einen Bogen von 90°, d. i. einen Viertelskreis aus. So z. B. sieht man in Dresden den Polarstern in einem Winkel von 51° 2′ 50″ gegen den Horizont und sagt daher, die Polhöhe von Dresden ist 51° 2′ 50″. Ziehen wir diese Zahl von 90° ab, so erhalten wir 38° 57′ 10″ als Aequatorhöhe desselben Orts. Da ein solcher Ort seine Lage auf der Erdoberfläche nicht verändert, so ist seine Polhöhe immer dieselbe, man sieht daselbst jederzeit den Polarstern gleich hoch über dem Horizont.

Dagegen kann ein Beobachter seinen Standort auf der Erde allerdings ändern. Geht derselbe z. B. in der Richtung von *o* nach *p*, so erhebt sich der Polarstern immer mehr über seinen Horizont, oder mit anderen Worten, die Polhöhe des Beobachters nimmt immer mehr zu, während gleichmäßig seine Aequatorhöhe abnimmt. Kommt derselbe endlich nach *p*, d. i. an den Nordpol, so ist seine Polhöhe 90°, der Polarstern steht in seinem Zenith, während der Aequator mit seinem Horizont zusammenfällt, folglich die Aequatorhöhe gleich Null ist. (S. Fig. 31.)

Fig. 34.



Findet dagegen die Reise in entgegengesetzter Richtung von *o* nach dem Aequator *a* zu Statt, so sinkt der Polarstern immer mehr nach dem Horizont hinab, folglich nimmt die Polhöhe fortwährend ab, während die Aequatorhöhe in demselben Verhältnisse zunimmt. Am Aequator, bei *a* angekommen, ist die Polhöhe des Reisenden gleich Null, denn jetzt erscheint ihm der Polarstern im Horizonte liegend, während der Himmelsäquator in seinem Zenith steht. (S. Fig. 32.)

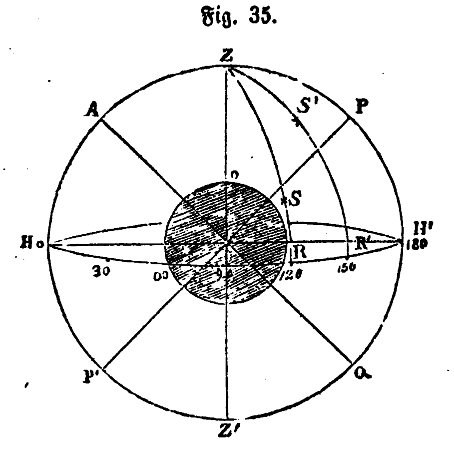
Wie man leicht sieht, bedeutet die Polhöhe oder die Aequatorhöhe eines Orts dasselbe, was wir in §. 26 unter seiner Breite verstanden haben, nämlich die Entfernung desselben vom Erdäquator.

Der Umstand, daß die Polhöhe für einen Stern abnimmt oder zunimmt, je nachdem man nach dem Aequator oder nach dem Nordpol reis't, ist ein schlagender Beweis für die Kugelgestalt der Erde.

Höhe der Gestirne.

Unter der Höhe eines Sternes versteht man seinen Abstand vom Horizont §. 39 eines Beobachters. Um die Höhe auszudrücken, bedient man sich der sogenannten Vertikalkreise *ZR* und *ZR'*, Fig. 35, die man vom Zenith durch die betreffenden Sterne *S* und *S'* senkrecht auf den Horizont *HH'* gezogen denkt. Die Bogen *SR*, *S'R'* sind alsdann die Höhen der Sterne *S* und *S'* für den Beobachter *o*. Zenithabstand derselben Sterne nennt man die Bogen *SZ* und *S'Z*, welche mit den ihnen zugehörigen Höhen einen Viertelskreis von 90° ausmachen.

Fig. 35.



Um jedoch auch die Stellung dieser Sterne in Beziehung auf den Horizont genauer bestimmen zu können, theilt man diesen vom Südpunkt *H* an bis zum Nordpunkt *H'* in 180 Grade, und nennt die Entfernung des Höhenkreises eines Sternes vom Südpunkt, in Graden ausgedrückt, das Azimuth dieses Sternes. So ist das Azimuth des Sternes *S* der Bogen $RH = 120°$, das von *S'* der Bogen $R'H = 150°$. Alle Sterne, die auf demselben Vertikalkreise stehen, haben natürlich einerlei Azimuth und je nach der Seite des Himmels, auf der ein Stern steht, wird sein Azimuth ein östliches oder westliches genannt.

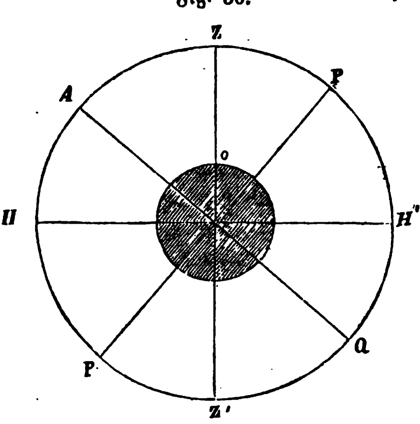
Ein und derselbe Stern muß natürlich zu gleicher Zeit von verschiedenen Punkten der Erde aus beobachtet in verschiedener Höhe erscheinen. Ist nun einem Reisenden, z. B. dem Seefahrer, die Höhe eines Sternes für einen gegebenen Ort und für eine bestimmte Zeit bekannt, so kann er aus der, an irgend einem anderen Orte beobachteten Höhe desselben Sterns die Lage des Ortes finden und es gehört deshalb die Höhen-Bestimmung zu den wichtigsten Kenntnissen des Seefahrens und schon frühe werden die diesem Stande sich Widmenden zur Fertigkeit hierin praktisch eingeübt.

Meridian.

Wenn wir uns am Himmel durch das Zenith *Z* (Fig. 36 a. f. S.) und Nadir *Z'* §. 40. des Beobachters *o*, sodann durch die Pole des Himmels *P* und *P'* den Kreis *ZH'Z'HZ* gelegt denken, so stellt dieser den Meridian oder Mittagskreis

des Beobachters *o* vor. Diesen Namen verdankt jener Kreis dem Umstande,

Fig. 36.



daß, wie bereits in §. 33 gezeigt wird, der Beobachter Mittag hat, sobald die Sonne in denselben tritt. Sie erreicht in diesem Augenblick ihren höchsten oder Culminationspunkt, und dasselbe findet Statt, wenn ein Stern in den Meridian tritt, was übrigens von mehreren Sternen gleichzeitig geschehen kann, da wir uns auf dem Bogen *H A Z P* viele Sterne stehend denken können.

In der Zeichnung Fig. 36 ist der Meridian der einzige von den Himmelskreisen, der in der Ebene des Papieres liegt, während der Horizont, der Aequator und die Vertikalkreise aus dieser Fläche heraustreten, was jedoch in der Zeichnung nur unvollkommen als Verkürzung sich darstellen läßt. Die Ebene des Meridians schneidet den Horizont des Beobachters rechtwinklig in der Linie *H H'*, die bereits als **Mittagslinie** §. 32 bezeichnet worden ist. So wie die Polhöhe und der Horizont für jeden Punkt der Erdoberfläche verschieden sind, so hat auch jeder Ort seinen besonderen Meridian.

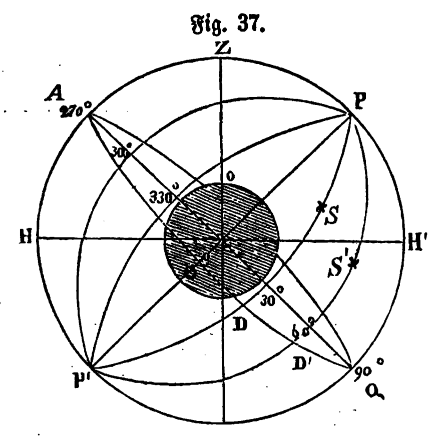
Kehrt ein Beobachter, z. B. *o*, bei nächtlichem Sternenhimmel, dem Polarstern *P* den Rücken, und wendet er seinen Blick genau nach dem Südpunkte *H*, so hat er sich in der Richtung seines Meridians aufgestellt. Beobachtet er in dieser Stellung einen Stern, der im Meridian steht, so wird dieser Stern in Folge der Umdrehung der Erde nach einiger Zeit nicht mehr im Meridian stehen, sondern westlich von demselben abgerückt erscheinen, während andere Sterne in den Meridian getreten sind. Hat man sich jedoch die Zeit bemerkt, in welcher ein bestimmter Stern durch den Meridian geht, so wird man ihn nach 24 Stunden genau an derselben Stelle wieder erblicken.

Am künstlichen Himmelsglobus ist der Meridian durch einen Messingring vorgestellt, in welchem die Himmelskugel drehbar ist.

Es ist schwierig, dem freien Auge eine so bestimmte Richtung zu geben, daß es am Himmel genau die Linie festzuhalten vermag, in welcher der Meridian liegt. Zu genauerer Beobachtung stellt man daher ein Fernrohr, welches um seine kleine Axe drehbar ist, sorgfältig so auf, daß seine Längenaxe genau in die Richtung des Meridians fällt. Durch dieses Rohr können Sterne nur dann wahrgenommen werden, wenn sie durch den Meridian (oder Mittagskreis) gehen (oder passiren), daher es Mittagsfernrohr oder Passageninstrument heißt.

Alle seither genannten Linien und Punkte geben die Stellung eines Gestirns nur für einen bestimmten Ort der Erdoberfläche an. Zur Bestimmung der Stellung eines Sternes an der Himmelskugel werden daher andere Linien zu Hülfe genommen, die zu demselben eine unveränderliche Lage haben. §. 41.

Fig. 37.



Eine solche Linie ist der Aequator. Er giebt vor allen Dingen schon an, ob ein Stern auf der nördlichen oder südlichen Halbkugel steht. Durch den Aequator zieht man, vom Frühlingspunkt *O* anfangend, 180 Kreise, welche ihn in 360 Grade theilen. Die Entfernung eines solchen Kreises vom Punkte *O* heißt die gerade Aufsteigung (Rectascension) des in dem Kreise stehenden Sternes. So z. B. bezeichnen die Bogen *O D* von 30°, und *O D'* von 60° die Rectascension der Sterne *S* und *S'*.

Der Abstand eines Sternes vom Aequator heißt seine Abweichung oder Declination und ist entweder nördlich oder südlich. Die Bogen *D S* und *D' S'* drücken die nördliche Declination der Sterne *S S'* aus. Man nennt daher alle jene durch den Aequator gelegten Kreise, z. B. *P D P'* und *P D' P'* Declinationskreise.

Man sieht, daß durch Angabe der Rectascension und Declination eines Sterns seine Stelle auf der Himmelskugel in derselben Weise bestimmt ist, wie durch Angabe der Länge und Breite eines Orts dessen Lage auf der Erdkugel.

Der Himmelsglobus.

Wir haben in dem Vorhergehenden keine geringe Anzahl von Punkten und Linien beschrieben und benannt, so daß es zweckmäßig erscheint, nochmals eine Uebersicht derselben zu geben. Es ist allerdings schwierig, in manchen Fällen fast unmöglich, ohne einige weitere Hülfsmittel sich solche Punkte und Linien am Himmel vorzustellen, und es leistet in dieser Beziehung ein künstlicher Himmelsglobus die wesentlichsten Dienste. Ein solcher ist durch jede Buchhandlung von 3, 4, 6, 8 und 12 Zoll im Durchmesser, und im Preise von 1⅓ bis 20 Thaler zu beziehen, und wenn auch die größeren den Vorzug verdienen, so §. 42.

sind doch selbst die kleinsten schon eine werthvolle Unterstützung der astronomischen Anschauung.

Die beste Einrichtung eines Himmelsglobus wäre die, daß eine kleinere Kugel, welche die Erde vorstellt, umgeben wäre von einer größeren das Himmelsgewölbe bildenden Halbkugel, auf welcher die Sterne und erforderlichen Linien gezeichnet wären. Da aber eine solche Vorrichtung nicht ausführbar ist, so muß man bei Betrachtung des Globus sich stets erinnern, daß eigentlich der Beobachter seinen Standpunkt im Innern desselben, und zwar auf einer kleinen Erdkugel zu nehmen hätte.

Punkte und Linien am Globus.

§. 43. *Z* Zenith des Beobachters (§. 27).
P Nordpol (§. 31).
P' Südpol.
P P' Himmelsaxe (§. 31).
A Q Aequator (§. 31).
H H' Horizont (§. 29).

Fig. 38.

S' Süd (§. 32).
N Nord.
O Ost.
(West gegenüber liegend, daher unsichtbar).
e K Ekliptik (§. 34).

e e Nördl. Wendekreis (§. 34).
K K Südl. Wendekreis.
e' e' Nördl. Polarkreis.
k' k' Südl. Polarkreis.
M Meridian des Beobachters (§. 40).
T Stundenring (S. 172).
P H' Polhöhe des Beobachters (§. 38).
A H Aequatorhöhe desselben (§. 38).

S Stern.
S R Höhe des Sterns (§. 39).
S Z Zenithabstand desselben (§. 39).
R H Azimuth desselben (§. 39).
S D Nördliche Declination desselben (§. 41).
D A Rectascension desselben.
S P Poldistanz desselben.

Die Himmelskugel ruht zunächst mittels zweier an ihren Polen *PP'* befindlichen Stiften in einem messingenen Ring *M*, der den Meridian des Beobachters vorstellt und von der Kugel etwa eine halbe Linie weit absteht, so daß diese innerhalb desselben frei um ihre Axe gedreht werden kann.

Der Meridian ruht in geeigneten Einschnitten eines Horizontalgestelles *HH'* und der Unterlage *V*, die gestatten, dem Globus, je nach Erforderniß, verschiedene Stellungen in Beziehungen auf den Horizont zu geben. Der horizontale Ring stellt den wahren Horizont des Beobachters vor.

Der Meridian ist vom Punkte *A* des Aequators *A Q*, sowohl nach dem Nordpol als Südpol, in 90 Grade getheilt. Indem man einen bestimmten Stern unter den Meridian bringt, liest man an demselben die Declination jenes Sterns ab. Ebenso dient er zur Aufstellung des Globus nach der Polhöhe des Beobachters.

Der Horizont ist, vom Südpunkt *S'* anfangend, in 360 Grade eingetheilt, und es wird auf demselben das Azimuth der Sterne abgelesen.

An den Punkt *Z* des Meridians, welcher dem Zenith des Beobachters entspricht, läßt sich ein messingener Viertelskreis *ZR* anschrauben, der, vom Horizont aufsteigend, in 90 Grade getheilt ist und auf welchem die Höhe und die Zenithdistanz des Sternes abgelesen wird.

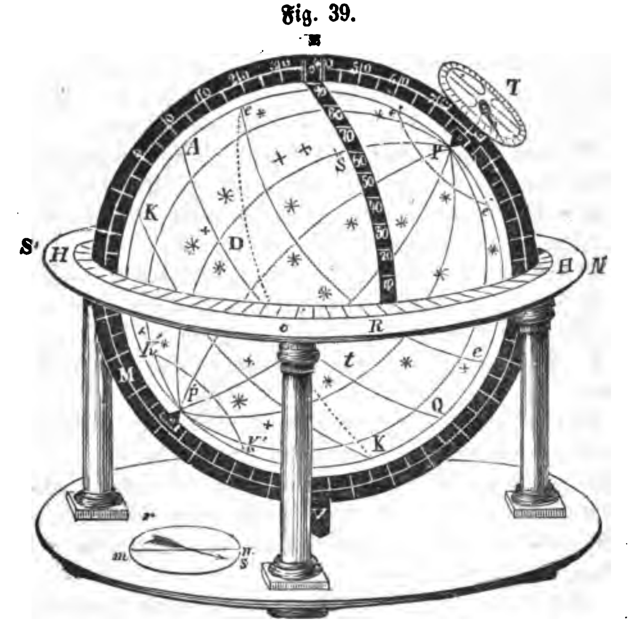
Vor allen Dingen muß der Globus eine dem Orte des Beobachters auf der Erde entsprechende Stellung erhalten, nämlich so, daß die Mittagslinie des Globus *H H'* in die Mittagslinie des Beobachters gestellt wird, und daß die Polhöhe *P H'* der des Beobachters entspricht. Das letztere ist ganz einfach, indem z. B. ein Aequator-Bewohner, dessen Polhöhe Null ist (§. 37), den Globus so legt, daß beide Pole *P P'* in der Ebene des Aequators liegen, während in der Gegend von Frankfurt a. M. der Globus so gestellt wird, daß der Bogen *P H'* gleich 50 Grad ist

Das Aufsuchen der Mittagslinie geschieht mit Hülfe des Compasses, der zu diesem Zwecke an jedem größeren Globus angebracht ist. Wir ziehen auf dem Boden am Gestell des Globus den Strich *m n* parallel mit der Mittagslinie *H H'* des Globus und stellen auf jenen Strich die Magnetnadel *rs*, deren Spitze eine nördliche Richtung annimmt. Man dreht nun das Gestell so lange, bis der Strich *mn* mit der Nadel in eine Linie fällt. Aus §. 197 der Physik wissen wir aber, daß die Richtung der Magnetnadel nicht genau nach Nord hinweist, sondern von derselben abweicht. Dreht man nun das Gestell abermals,

bis die Nadel mit dem Strich einen Winkel von 18 Grad macht, was ungefähr die westliche Abweichung der Magnetnadel für Deutschland beträgt, so hat der Strich *m n* jetzt genau die Richtung nach Nord, folglich auch die damit parallele Mittagslinie *H H'*.

§. 44. Eine weitere Vorrichtung an dem Globus ist der **Stundenring** *T*, Fig. 39, welcher in zweimal 12 gleiche Theile oder Stunden getheilt ist, entsprechend den 24 Stunden von Tag und Nacht. Der Stundenring ist unbeweglich, allein

Fig. 39.



durch seinen Mittelpunkt geht eine Verlängerung der Axe des Globus, an welcher ein Zeiger angebracht ist, der auf dem Ring einen Weg beschreibt, wenn der Globus in Umdrehung versetzt wird. Wenn letzterer eine vollständige Umdrehung macht, wenn also die 360 Grade des Aequators unter dem Meridian hinweggehen, so beschreibt auch der Zeiger den ganzen Kreis von 24 Stunden; folglich macht der Globus für jede Stunde, welche der Zeiger zurücklegt, eine Umdrehung von 15 Graden. Der Zeiger ist jedoch mit der Axe nicht aus einem Stücke gearbeitet, sondern vermittels Reibung oder einer Schraube um dieselbe drehbar, so daß man den Zeiger auf jede beliebige Zahl des Stundenrings stellen kann, ohne hierdurch gleichzeitig dem Globus eine Umdrehung zu ertheilen. Die Wichtigkeit des Stundenrings für den Gebrauch des Globus wird sogleich aus seiner Anwendung erhellen.

Nachdem der Globus die richtige Stellung in Beziehung auf Polhöhe und Weltgegend erhalten hat, muß derselbe noch in eine der Beobachtungszeit ent-

sprechende Lage rücksichtlich der alsdann am Himmel sichtbaren Gestirne gebracht werden. Man geht hierbei von der folgenden Betrachtung aus: Jeden Mittag um 12 Uhr steht die Sonne im Meridian des Beobachters (S. §. 40); man bringt daher zuerst denjenigen Punkt des Globus unter den messingenen Meridian, an welchem die Sonne um 12 Uhr Mittags steht. Dieser Punkt liegt natürlich auf der Ekliptik und zwar bei Frühlingsanfang, am 21. März, da, wo diese den Aequator schneidet und von wo an der letztere in 360 Grade getheilt ist. Für jeden folgenden Tag rückt die Sonne fast genau einen Grad weiter, so daß z. B. nach 204 Tagen, also Mitte October, die gerade Aufsteigung der Sonne (s. §. 41), d. i. ihr Abstand vom Frühlingspunkt, 204 Grad beträgt. Bringe ich daher diesen Grad des Aequators unter den Meridian, so ist die Stelle, an welcher dieser die Ekliptik schneidet, der Ort der Sonne am Mittag. Der Zeiger des Stundenrings wird nun auf die eine Zahl 12 gestellt und der Globus gedreht, bis der Zeiger auf die andere Zahl 12 hinweist (wobei er eine halbe Umdrehung macht) und es haben nun alle Sternbilder am Globus die Stellung, welche die Gestirne um Mitternacht am Ort des Beobachters einnehmen. Man findet auf diese Weise, daß zu dieser Stunde das Sternbild der Cassiopea im Meridian steht. Je nachdem nachher der Globus rechts oder links gedreht wird, kann man den Zeiger auf jede gewünschte Stunde vor oder nach Mitternacht bringen, in welchem Falle die alsdann sichtbaren Gestirne am Globus sich darstellen.

Es läßt sich überhaupt eine große Reihe von Aufgaben am Globus lösen, die man durch Nachdenken oder in den kleinen Anweisungen beschrieben findet, die stets zugleich mit dem Globus verkauft werden.

Im Anfange hat man einige Schwierigkeit, das Bild des Himmels auf den Globus überzutragen und umgekehrt zu verfahren. Man muß sich nämlich in den Mittelpunkt den Globus versetzt und von da aus gerade Linien durch die auf dem Globus verzeichneten Sterne gezogen und bis an den Himmel verlängert denken, wo sie nun auf die gleichnamigen wirklichen Sterne treffen werden.

Man beginne seine Beobachtungen in der Abenddämmerung oder in mondhellen Nächten, weil alsdann nur die größeren und auffallenderen Sterne sichtbar sind, so daß man nicht durch das allzugroße Sternengewimmel verwirrt wird. Kennt man erst jene, so lernt man auch bald die kleineren finden.

C. Eintheilung der Himmelskörper.

§. 45. Vom Standpunkte unserer Erde aus erscheinen sowohl das glänzende Tagesgestirn, die Sonne, als auch der durch die Wandelbarkeit seiner Gestalt ausgezeichnete Mond einzig in ihrer Art und verdienen deshalb eine gesonderte Betrachtung.

Den übrigen Sternen gegenüber treten jene beiden Gestirne durch ihre scheinbare Größe gleich vereinzelten mächtigen Herrschern auf, eine Vorstellung,

die wie alt und bildlich häufig gebraucht sie auch sein mag, doch durch die beobachtende Astronomie wesentlich beeinträchtigt wird.

Allein auch in dem gemeinen Sternenheere finden wir bei genauer Forschung noch manche Unterschiede. Wir sehen, daß bei weitem die meisten Sterne unserem Auge immer an der gleichen Stelle des Himmels erscheinen, so oft wir zu derselben Zeit den Blick dahin richten, weshalb der ihnen beigelegte Namen der Festesterne oder Fixsterne vollkommen gerechtfertigt erscheint.

Einige Sterne ändern jedoch ihre Stelle am Himmel so auffallend, indem sie mit einer bestimmten Regelmäßigkeit bald an dieser, bald an jener Gegend sichtbar sind, daß man sie Wandelsterne oder Planeten genannt hat. Es ist uns jedoch nur die verhältnißmäßig geringe Anzahl von 22 derselben bekannt.

Besonders auffallend sind endlich die Kometen, theils weil sie meist durch einen mehr oder weniger langen und glänzenden Lichtstreif ausgezeichnet sind, der wie ein Schweif dem Sterne folgt, theils durch ihre Ortsveränderungen am Himmel, die noch viel bedeutender sind, als die der Planeten, indem Kometen oft plötzlich auftreten und wieder verschwinden und andere erst nach langen Reihen von Jahren wieder sich zeigen.

Wir werden mit der Beschreibung der Firsterne beginnen, da diese für die Geographie des Himmels höchst wichtig sind. Dann werden wir das Verhältniß der Erde zu Sonne und Mond erläutern, als besonders bedeutungsvoll für unsere klimatischen und Zeitverhältnisse, und endlich durch die Beobachtung der Planeten und Kometen zu den allgemeineren Vorstellungen über die Weltordnung übergehen.

Die Fixsterne.

§. 46. Die mit Hülfe des Globus und der Sternkarten fortgesetzte Beobachtung lehrt uns bald in den Räumen des Himmels sich zurecht zu finden, und zeigt uns das sonst verwirrende Sterngewimmel in einer ganz bestimmten Weise gruppirt, die wir mit der Zeit so gewohnt werden, daß eine Veränderung derselben uns nicht entgehen könnte.

Sobald die Sonne unter dem Horizont verschwindet, treten aus der Dämmerung des Himmelraumes als einzelne leuchtende Punkte die Sterne hervor, deren Anzahl mit zunehmender Dunkelheit fortwährend sich vergrößert und bei Anwendung eines bewaffneten Auges in's Unschätzbare und Unbegreifliche sich vermehrt. Stellen, die dem bloßen Auge als helle nebelartige Flecke vorkommen, erscheinen durch's Fernrohr als Haufen von unzählbaren Sternen, so daß jener helldämmernde Streif, der unter dem Namen der Milchstraße bekannt ist, aus Millionen von Sternen gebildet sich darstellt.

Die scheinbare Größe dieser Sterne ist sehr verschieden. Während einige prachtvoll vor allen übrigen hervorblitzen und funkeln, werden andere kaum als leuchtende Pünktchen bemerkbar. Man unterscheidet hiernach sechs Klassen von Sternen für das bloße Auge. Dieses zählt nämlich 18 Sterne erster Größe,

60 zweiter Größe, 200 dritter Größe, 380 vierter Größe und mit den zwei folgenden Klassen im Ganzen ungefähr 5000 Sterne. Mit Hülfe des Fernrohrs hat man etwa 70,000 Sterne gezählt, allein aus Gründen, die hier nicht weiter auszuführen sind, hat man die wahrscheinliche Anzahl der Sterne des Weltraumes auf 273 Millionen, ja auf 50,000 Millionen geschätzt!

Die Fixsterne erscheinen selbst durch die stärksten vergrößernden Fernröhre unverändert als kleine leuchtende Punkte. Schon dieser Umstand läßt auf eine außerordentliche Entfernung derselben schließen. Nicht minder bestätigt wird diese durch den Umstand, daß zwei einander nahe stehende Fixsterne nur stets in derselben gegenseitigen Entfernung erscheinen, von welchem Standpunkte der Erdbahn aus wir dieselben auch erblicken mögen. Obgleich die entferntesten Punkte der Erdbahn 42 Millionen Meilen weit von einander liegen, so war es bis jetzt nur bei einigen wenigen Fixsternen möglich, mit Sicherheit eine kleine Parallaxe zu bestimmen, d. i. den Sehwinkel, in welchem einem in dem Fixsterne befindlichen Auge der 21 Millionen Meilen große Halbmesser der Erdbahn erscheinen würde. Die größte Sicherheit bietet diejenige Parallaxenbestimmung dar, welche dem berühmten Astronomen Bessel zu Königsberg bei dem Sterne Nr. 61 im Sternbilde des Schwans gelungen ist. Er hat die Parallaxe dieses Sterns gleich 0,3136 Secunden gefunden. Diese Parallaxe giebt die mittlere Entfernung des Fixsternes 61 des Schwans von der Sonne gleich nahe 1359200 Millionen Meilen. Die Zeit, welche das Licht mit seiner Geschwindigkeit von 42000 Meilen in der Secunde braucht, um diese Entfernung zu durchlaufen, ist 10³/₁₀ Jahre. Wenn ein Dampfwagen täglich 200 Meilen zurücklegt, so würde er beinahe 200 Millionen Jahre brauchen, um bis zu jenem Sterne zu gelangen.

Eine Parallaxe, die größer als eine Secunde ist, hat man bisjetzt mit Sicherheit noch nicht ermittelt. Es ist daher mit Grund angenommen, daß selbst die uns nächsten Fixsterne nicht weniger als 4 Billionen Meilen, oder 200,000 mal weiter von der Erde entfernt sind, als die Sonne, bis zu welcher man 20 Millionen Meilen zählt

Eine solche Entfernung nennt man eine Sirius- oder Sternweite, und um unserer Einbildungskraft, die vergeblich ringt, einen solchen Raum sich vorzustellen, nur einigermaßen zu Hülfe zu kommen, werde bemerkt, daß das Licht mit seiner Geschwindigkeit von 42000 Meilen in einer Secunde, dennoch wenigstens drei Jahre braucht, um vom nächsten Fixsterne auf die Erde zu gelangen.

Allein hiermit ist noch keineswegs eine Gränze gegeben, vielmehr ist als Gewißheit anzunehmen, daß Fixsterne in noch viel größeren Abständen wahrgenommen werden, die bis 1½ Million Sonnenweite betragen, deren Licht einen Zeitraum von tausend und mehreren tausend Jahren gebrauchte, um zu unserer Erde zu gelangen

Natürlich müssen Körper, die in so unerfaßlichen Entfernungen noch für uns sichtbar sind, eine beträchtliche Größe haben, und wir sind zu der Annahme berechtigt, daß kein Fixstern der Sonne an Größe nachsteht, ja daß die meisten derselben um Vieles größer sind als diese.

Der in Europa sichtbare Sternhimmel.

§. 47. Schon in den frühesten Zeiten wurden einzelne Gruppen von Sternen zusammengefaßt und eine lebhafte Phantasie verlieh den Umrissen der also entstandenen Sternbilder die Gestalt und den Namen von allerlei bekannten Gegenständen. So wird ein leicht sich bemerklich machendes Gestirn bald mit einem Bären, bald mit einem Wagen verglichen. Bei den meisten Sternbildern ist indessen der Einbildungskraft ein sehr freies Feld gelassen, indem es nur selten gelingen wird, aus dem Umriß einer Gruppe eine Beziehung zu ihren Namen heraus zu finden, so daß man hierauf in der That gar keinen Werth zu legen hat.

§. 48. Nicht allerwärts und jederzeit stellen dem nach dem Himmel gerichteten Auge dieselben Gestirne sich dar, vielmehr finden wesentliche Unterschiede hierin Statt, je nach dem Punkt der Erdoberfläche, von welchem aus die Beobachtung geschieht, so wie nach Jahreszeit und Stunde, in der sie vorgenommen wird. Ein Beobachter am Nordpol hat in seinem Zenith den Polarstern, der fast im Mittelpunkt unserer Sternkarte Taf. I. steht und übersieht von da aus die ganze nördliche Halbkugel, also alle Gestirne, die auf der Karte innerhalb des als Aequator bezeichneten Kreises stehen. Letzterer liegt in seinem Horizont und es werden ihm die Sterne der südlichen Halbkugel niemals sichtbar. Ein Bewohner am Aequator überblickt die halbe nördliche und die halbe südliche Halbkugel des Himmels und es erscheint ihm der Polarstern im Horizont.

Die Mehrzahl der Europäer wohnt zwischen dem 40 bis 70 Grad nördlicher Breite und ihnen werden alle Gestirne der nördlichen Halbkugel und ein Theil der auf der südlichen befindlichen sichtbar, je nachdem sie mehr oder weniger vom Aequator entfernt sind.

Unter allen Umständen übersieht man gleichzeitig stets nur eine Hälfte des gestirnten Himmels, also einen Theil desselben von der Größe, welche auf Taf. I. durch den Aequator begränzt erscheint. Wenn nun dieselbe Tafel einen bei weitem größeren Theil des Himmelraumes darstellt, als auf einmal sichtbar ist, so hat dieses seinen Grund darin, daß wir denselben nach und nach allerdings zu Gesichte bekommen. Man wird ebenso leicht wahrnehmen als einsehen, daß in Folge der Umdrehung der Erde fortwährend Sterne im Westen untergehen und neue im Osten sich erheben. Auch kann man sich mit Anwendung der in §. 55 bis 57 beschriebenen Hülfsmittel und der Fig. 42 deutlich machen, daß wegen der verschiedenen Stellungen der Erde zur Sonne während ihres Umlaufes der Anblick des Himmels unmöglich in gleichen Stunden verschiedener Jahreszeiten derselbe sein kann.

Unsere Aufgabe ist es nun, nachzuweisen, wie aus dem ganzen, überhaupt uns sichtbar werdenden Gebiete des Himmels, welches die Sternkarte darstellt, derjenige Theil bezeichnet werden kann, der an einem bestimmten Abend um 10 Uhr dem Auge sich darbietet. Zu diesem Ende wurde die Tafel II. hinzugefügt,

welche wir die **Horizontscheibe** nennen werden. Zum Gebrauche wird sie auf Pappe gezogen und indem man nachher sämmtliche weiße Theile derselben herausschneidet, erhält man einen Kreisausschnitt, dessen Durchmesser 180 Grad nach dem Maßstab der Sternkarte beträgt. Legt man diesen Kreisausschnitt auf die Karte, so kann man von dieser nicht mehr Sterne sehen, als gleichzeitig über dem Horizont eines Beobachters stehen.

Es fragt sich nun, wo müssen wir diesen **Horizont-Ausschnitt** auflegen, damit er gerade den Theil des Himmels hervortreten läßt, der an einem beliebigen Abend des Jahres zur bestimmten Stunde sichtbar ist. Hierzu ist vor allen Dingen die Polhöhe des Ortes der Beobachtung zu wissen nöthig, welche nach der S. 156 gegebenen Tafel für das mittlere Deutschland (Frankf. a. M.) 50 Grad beträgt. Wenn für das Auge am Nordpol als Mittelpunkt des Horizonts der Polarstern erscheint, so muß dem Bewohner des funfzigsten Breitegrades ein solches Gestirn im Zenith stehen, dessen Abstand vom Aequator ebenfalls 50 Grad beträgt. Daher fällt der Mittelpunnkt unseres Horizont-Ausschnittes nicht mit dem Mittelpukt der Sternkarte zusammen, sondern er liegt auf dem fünfzigsten Breitegrad. Man darf jetzt nur der Horizontscheibe eine solche Lage geben, daß der an ihrem Rande befindliche Pfeil auf den betreffenden Monat und Tag, die am Rande der Sternkarte verzeichnet sind, hinweis't und man hat alle zu dieser Zeit um 10 Uhr Abends sichtbaren Sterne vor Augen.

Man findet auf diese Weise, daß z. B. Mitte Aprils um diese Stunde das bekannte Gestirn des **großen Bären** nahezu im Zenith steht.

Wenn man sich erinnert, daß, entsprechend der Umdrehung der Erde, alle Sterne für jede Stunde um 15 Grad westlich weiter rücken, so kann unsere Sternkarte auch zu Beobachtungen in früheren und späteren Stunden benutzt werden, indem man ihr zuerst die Lage für 10 Uhr Abends giebt und sie nachher um eine der Zeit entsprechende Anzahl von Graden nach der einen oder anderen Seite verschiebt. Zu diesem Zweck ist der Rand der Sternkarte, bei October anfangend, in 360 Grade getheilt.

Ein beim Gebrauch unserer Sternkarte noch zu berücksichtigender Umstand ist die Länge (S. 155) des Ortes der Beobachtung, da alle Gestirne um eine Stunde früher aufgehen, wenn wir um 15 Grad von Osten nach Westen uns begeben. Einem Bewohner von Aachen z. B. geht dasselbe Gestirn eine Stunde früher auf, als dem beinahe 15 Grad östlicher wohnenden Bewohner von Königsberg. Nach dem, was früher gesagt worden ist, läßt sich jedoch durch eine Verschiebung der Horizontalscheibe leicht eine der Lage des Orts entsprechende Correction vornehmen, die jedoch für den größten Theil von Deutschland zum praktischen Gebrauch kaum nöthig ist, da die Sternkarte für dessen mittlere Länge entworfen ist.

Eine vorzügliche Einrichtung hat **Eckhardt** seiner Sternkarte (Darmstadt bei Leske, Preis 1 Thaler) gegeben, wodurch sie fast alle Vortheile eines großen Himmelsglobus gewährt. An derselben steht die Horizontalscheibe fest und unter dieser ist die Sternkarte um ihren Mittelpunkt drehbar. Etwas

Aehnliches läßt sich erreichen, wenn auch unsere Sternkarte herausgenommen und auf Pappe gezogen, unter der ausgeschnittenen Horizontscheibe in Umdrehung versetzt wird.

§. 49. Gehen wir nun zu der Betrachtung der Sternbilder selbst über, so beginnen wir am besten mit denjenigen, welche in der Nähe des Polarsterns befindlich, für uns jeden Abend die ganze Nacht hindurch sichtbar sind, da sie niemals untergehen. Es ist dieses mit allen Sternen der Fall, deren Abstand vom Polarstern 40 bis 50 Grad beträgt.

Zweckmäßig erscheint es hierbei, vom großen Bären auszugehen, weil er ein so auffallendes Gestirn ist, daß ihn wohl Jedermann kennt, auch wenn er mit Astronomie sich nicht weiter befaßt hat. Dasselbe besteht aus sieben Sternen, worunter sechs von zweiter Größe; vier derselben bilden ein Viereck, die drei übrigen stehen in einem Bogen im Schwanz des Bären. Denkt man sich durch die beiden letzten Sterne des Bären eine gerade Linie gelegt und diese verlängert, so trifft sie auf einen einzeln stehenden Stern zweiter Größe, nämlich auf den zum kleinen Bär gehörigen Polarstern. Es wurde der Wichtigkeit dieses Sternes bereits mehrfach gedacht, indem er, nur 1½ Grad vom Pole abstehend, als der Punkt anzusehen ist, um den das ganze Himmelsgewölbe sich dreht.

Eines der ausgedehntesten Sternbilder, windet sich der Drache um den Bären, mit vielen Sternen dritter und vierter Größe fast den halben Polarkreis bezeichnend.

Dem großen Bären gegenüber, auf der anderen Seite des Pols erblickt man in fünf Sternen zweiter und dritter Größe, die ein *W* bilden, das Sternbild der Kassiopea, zur Hälfte in der Milchstraße. Verbindet man dieses Gestirn durch eine Linie mit dem großen Bär und legt eine zweite Linie rechtwinklig, mitten durch die erste, so weißt diese rechts auf Capella, einen Stern erster Größe im Fuhrmann, und links auf Wega der Leyer, ebenfalls von erster Größe.

Als weitere bemerkenswerthe Gruppen, die noch innerhalb des Wendekreises des Krebses stehen, bemerken wir den Bootes und darin Arcturus als Stern erster Größe glänzend, auf welchen eine gerade, durch die zwei untersten Sterne des großen Bären gelegte Linie hinführt. Der Cassiopea benachbart ist Perseus mit einem Stern zweiter Größe, an einer sehr lebhaften Stelle der Milchstraße stehend. Von hier aus findet man leicht die drei hellen Sterne der Andromeda, sowie den Perseus, kenntlich durch vier Sterne zweiter Größe, welche ein Viereck bilden.

Sternbilder der Ekliptik.

§. 50. Wir kommen nun zu einer Region des Himmels, welche durch die beiden Wendekreise begränzt wird und für uns ein besonderes Interesse hat, weil innerhalb ihrer Gränzen die Sternbilder der Ekliptik sich befinden.

Von allen Himmelskreisen, die wir S. 171 angeführt haben, ist die Ekliptik der einzige, welchen wir durch eine Reihe von zwölf Sternbildern wirklich an den Himmel gezeichnet sehen. Die wichtigen Beziehungen, welche diese Sternbilder für uns haben, können erst später erläutert werden und vorerst ist es nur unsere Aufgabe, dieselben mit Hülfe der Sternkarte aufsuchen zu lernen.

Wie Tafel I. zeigt, schneidet der Aequator die Ekliptik in zwei Punkten und es liegt daher deren eine Hälfte auf der nördlichen, die andere auf der südlichen Halbkugel des Himmels. Wir unterscheiden hiernach nördliche und südliche Sternbilder der Ekliptik und geben nachfolgend ihre von Alters her gebräuchlichen Namen und Zeichen:

I. Nördliche			II. Südliche		
1.	Widder	♈	7.	Waage	♎
2	Stier	♉	8.	Skorpion	♏
3.	Zwillinge	♊	9.	Schütze	♐
4.	Krebs	♋	10.	Steinbock	♑
5.	Löwe	♌	11.	Wassermann	♒
6.	Jungfrau	♍	12.	Fische	♓

Der Anblick der Sternkarte belehrt uns jedoch, daß diese Sternbilder keineswegs gleiche Räume am Himmel einnehmen und somit einen in zwölf gleiche Abschnitte getheilten Kreis bilden, denn es hat z. B. das Sternbild der Waage eine Länge von nur 20 Graden, während das der Fische über 43 Grad sich erstreckt. Dagegen findet man die Zeichen der Ekliptik genau in Abständen von je 30 Graden angemerkt.

Auffallen muß es ferner, daß man in der Nähe dieser Zeichen nicht das entsprechende Sternbild findet, sondern das jedesmal vorhergehende, wie z. B. am Zeichen ♎ der Waage, das Sternbild der Jungfrau u. s. w., wovon der Grund Seite 190 angegeben ist.

Wir beginnen mit den nördlichen Sternbildern der Ekliptik vom Frühlingspunkt an, wo sie den Aequator schneidet, und finden hier zuerst den Widder, dessen drei hauptsächlich kenntliche Sterne am Kopfe stehen, worunter der hellste von zweiter Größe ist. Hierauf folgt der Stier, unter dem Perseus und dem Fuhrmann und leicht kenntlich an dem V, das eine Gruppe von vier Sternen an seinem Kopfe bilden, welche die Hyaden oder das Regengestirn heißen. Der Stern erster Größe an dem oberen Ende des V ist der Aldebaran. Auf dem Rücken des Stiers sieht man die Plejaden, eine Gruppe von kleinen, nahe bei einander stehenden Sternen, welche auch Siebengestirn oder Gluckhenne genannt wird.

Bei den Zwillingen erreicht die Ekliptik ihre größte nördliche Höhe. Wir finden zwei helle Sterne, Kastor und Pollux, von zweiter Größe, an den Häuptern des Sternbildes, und vier Sterne von dritter Größe an den Füßen, welche zusammen ein längliches Rechteck bilden.

Diese Region des Himmels erhält einen ganz vorzüglichen Glanz durch die Zusammenstellung mehrerer Sternbilder, von welchen uns vor allen Orion überrascht, das prachtvollste aller Gestirne, südlich unterhalb des Stiers und der Zwillinge. Besonders fallen zwei Sterne erster Größe desselben in die Augen, nämlich Beteigeuze an der östlichen Schulter und der Rigel am westlichen Fuße. Zwischen beiden bilden drei neben einander stehende Sterne zweiter Größe den Gürtel des Orion, auch Jakobstab genannt. In der Nähe dieses Gürtels steht der merkwürdige Nebelfleck des Orion. Beteigeuze bildet mit zwei anderen Sternen erster Größe ein regelmäßiges Dreieck, nämlich mit Procyon aus dem kleinen Hund und mit Sirius, dem glanzreichsten aller Sterne, am Kopfe des großen Hundes stehend, daher auch Hundsstern genannt. Dieses Sternbild sieht man während der deshalb so genannten Hundstage (vom Juli bis August) mit der Sonne auf- und untergehen, die zu dieser Zeit für uns ihre größte Höhe erreicht und die größte Hitze verbreitet.

Die Ekliptik neigt sich nun vom unscheinbaren Sternbild des Krebses, das nur schwach schimmernde Sterne enthält, zum Löwen, kenntlich durch vier Hauptsterne, die ein großes Trapez bilden, worunter Regulus als Stern erster Größe sich auszeichnet. Hierauf folgt die Jungfrau, bemerklich durch fünf Sterne, die einen rechten Winkelhaken bilden, und durch den glänzenden Stern erster Größe, die Spica oder Aehre der Jungfrau genannt.

Hier schneidet die Ekliptik abermals den Aequator und wir steigen jetzt zu den südlichen Sternbildern herab, indem wir zuerst die Waage antreffen, mit vier Sternen, die ein ziemlich regelmäßig Viereck bilden.

Im Skorpion glänzt Antares als Stern erster Größe, worauf der Schütze folgt, der immer nur niedrig am südlichen Horizont sichtbar und an vier in einem Viereck stehenden Sternen leicht erkennbar ist. Die Ekliptik hat hier ihren südlichsten Punkt erreicht, und nach dem Aequator aufsteigend erreicht sie den Steinbock unter dem durch Atair, einen Stern erster Größe, ausgezeichneten Adler, dann den Wassermann, kenntlich durch zwei an seinen Schultern und drei davon südöstlich stehende Sterne.

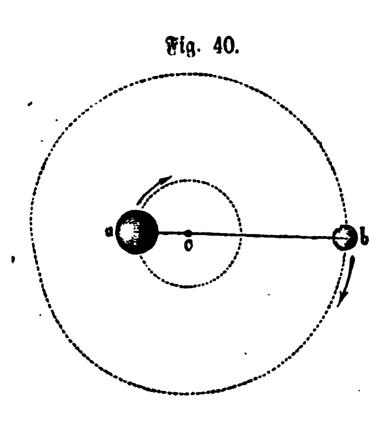
Die Fische beschließen den auf diese Weise um das ganze Himmelsgewölbe verfolgten Kreis. Dieses Sternbild enthält keine ausgezeichnete Sterne und seine Stelle läßt sich am leichtesten durch den Pegasus bestimmen, unter welchen es sich befindet. Dagegen zeigt sich zwischen Wassermann und Fischen niedrig im Süden Fomahand von erster Größe im Sternbild der südlichen Fische.

III. Besondere astronomische Erscheinungen.

Sonne und Erde.

§. 51. An beiden Enden eines Stabes befinden sich die Kugeln *a* und *b* Fig. 40. Es soll die Kugel *a* dreimal so viel Masse haben als *b*. Der Schwerpunkt des Ganzen muß daher näher bei der größern Masse liegen, und aus §. 47 der Physik läßt sich nachweisen, daß, wenn wir die Entfernung zwischen den Mittelpunkten der beiden Kugeln in vier gleiche Stücke theilen, der gemeinschaftliche Schwerpunkt in $\frac{1}{4}$ der Entfernung, nämlich bei *c* liegt. Alsdann wirken in der Entfernung 3 die Masse *b* = 1, und in der Entfernung 1 die Masse *a* = 3, und die Vorrichtung muß daher im Gleichgewichte sich befinden, wenn sie bei *c* unterstützt wird. Setzen wir dieselbe um diesen Schwerpunkt *c* in Umdrehung, so sehen wir beide Kugeln die durch punktirte Kreise angedeuteten Wege zurücklegen, wir sehen, daß die kleinere Masse *b* einen Weg um die größere Masse *a* beschreibt.

Fig. 40.



Schleudern wir zwei auf ähnliche Weise verbundene ungleiche Massen weit in die Luft hinaus, so sehen wir, daß dieselben eine drehende Bewegung um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt annehmen, wobei stets die kleinere Masse einen Weg um die größere beschreibt.

Wäre in dem Beispiel, Fig. 40, die Masse der Kugel *a* das Zehnfache oder gar Hundertfache der Kugel *b*, so würde der gemeinschaftliche Schwerpunkt innerhalb der größeren Kugel selbst fallen. Wir würden dann sehen, daß diese eine Umdrehung um einen in ihrem Innern liegenden Punkt machen würde, während die kleinere Kugel einen Kreis um die größere beschreibt.

§. 52. Die Sonne und die Erde sind zwei in einem ähnlichen Verhältnisse zu einander stehende kugelförmige Massen, deren Unterschied jedoch viel bedeutender ist, als dies in den obigen Beispielen der Fall war, wie die folgende Tafel zeigt:

		Erde.	Sonne.	Verhältniß der Erde zur Sonne.	
Durchmesser	Meilen	1 719	192 492	1	112
Oberfläche	Quadr.-Meil.	9 282 060	108 000 Millionen	1	12 577
Inhalt	Kubik.-Meil.	2 659 310 190	4 078 500 000 Millionen	1	1 410 000
Mittlere Entfernung.	Meilen	20 700 000	—	—	—
	Erdhalbmesser	24 000	—	—	—

Denken wir uns diese beiden Weltkörper durch eine Schnur oder einen Stab mit einander verbunden, so fällt ihr gemeinschaftlicher Schwerpunkt innerhalb des Sonnenkörpers und zwar sehr nahe an den Mittelpunkt derselben. Zusammen in den Weltraum geschleudert, werden sie sich, ähnlich wie die Kugeln in obigem Versuche, in eine drehende Bewegung versetzen und zwar wird sich die Sonne um sich selbst, die Erde aber um die Sonne bewegen.

Diese Bewegung findet wirklich Statt, Sonne und Erde werden jedoch nicht durch irgend ein materielles Band in diesem Verhältniß gehalten, sondern durch eine eigenthümliche Zusammenwirkung von Kräften.

Die Kraft, welche Sonne und Erde verbindet, ist die zwischen allen Körpern wirkende gegenseitige Anziehung, die wir in der Physik bereits unter dem Namen der Schwere oder Gravitation kennen gelernt haben. Daß in Folge dieser Kraft Sonne und Erde nicht wirklich fortwährend sich nahe kommen, und endlich zusammenstoßen, beruht auf der Mitwirkung einer zweiten Kraft, welche, rechtwinklig auf die Richtung der Anziehung gerichtet, die zusammengesetzte Bewegung der Erde veranlaßt. (S. Physik §. 52.)

§. 53. Der ungeheure Sonnenkörper selbst ist nicht ohne Bewegung. Wir sehen dieses an dunkeln Stellen, welche auf der leuchtenden Oberfläche der Sonne als sogenannte Sonnenflecken zuweilen wahrgenommen werden. Dieselben erscheinen uns bei aufmerksamer Beobachtung nicht immer an der gleichen Stelle. Man hat gesehen, daß solche Flecken, von einem Rande der Sonne ausgehend, immer in ein und derselben Richtung deren ganze Oberfläche überschritten, bis zum entgegengesetzten Rande, und dort verschwanden, um nach einiger Zeit wieder an der ersten Stelle zum Vorschein zu kommen. Dies beweis't uns, daß die Sonne sich um ihre Axe dreht, und die hierzu erforderliche Zeit beträgt 25½ Tage, während die Axendrehung der Erde in einem Tage vollendet ist.

Zu erklären, woher das blendende Licht und die belebende Wärme, welche von der Sonne ausgestrahlt werden, ihren Ursprung haben, ist eine schwierige Aufgabe. Die Annahme, daß die Sonne ein ungeheurer brennender Körper sei, in dem Sinne wie wir die Erscheinung des Verbrennens als einen chemischen

Proceß kennen, hat Vieles gegen sich. Bei jedem brennenden und glühenden Körper findet durch die Strahlung eine Abnahme von Licht und Wärme Statt, die trotz der außerordentlichen Größe der Sonne im Laufe der Zeit hätte fühlbar werden müssen.

Im Widerspruch hiermit erscheint uns die Sonne als eine Quelle unveränderlicher Menge von Wärme und Licht.

Die Ansicht der meisten Forscher vereinigt sich zu der Annahme, daß die Sonne ein dunkler Körper sei, der umgeben von einer eigenthümlichen Atmosphäre durch die ungeheure Geschwindigkeit seiner Umdrehung, diese in Schwingung versetzt, welche als Licht und Wärme fühlbar werden. Mitunter entstehen durch uns unbekannte Ursachen Lücken in jener leuchtenden Sonnenhülle und wir erblicken alsdann durch dieselben Stellen des dunklen Sonnenkörpers und nennen diese Sonnenflecken.

Daß Reibung die Quelle von Licht und Wärme sein kann, dafür sprechen allerdings einige uns bekannte Erscheinungen. Preßt man die in einer engen cylindrischen Röhre enthaltene Luft mittelst eines luftdicht passenden Stempels möglichst rasch und stark zusammen, so wird gleichzeitig Licht und Wärme entwickelt, und zwar die letztere in solchem Grade, daß ein am Ende des Stempels befestigter Schwamm entzündet wird. Eine Vorrichtung der Art wird **pneumatisches Feuerzeug** genannt.

Etwas Quecksilber in einer luftleeren Glasröhre geschüttelt, bringt ein starkes Leuchten hervor, und es läßt sich schon aus diesen Versuchen auf die Möglichkeit einer Wärme- und Lichterregung schließen, ohne daß wir zur Annahme von Materien und Kräften unsere Zuflucht nehmen müssen, welche der Erde ganz fremd sind.

§. 54. Der Weg, welchen die Erde um die Sonne zurückgelegt, ist eine **Ellipse** (§. 13) von sehr geringer Excentricität, so daß sie der Kreisform sehr genähert erscheint. Die lange Axe oder Apsidenlinie derselben beträgt 41 Millionen Meilen. In einem der Brennpunkte befindet sich die Sonne, und es erreicht die Erde während ihres Umlaufs einmal ihre größte Entfernung von der Sonne, wenn sie an dem einen Ende der Axe sich befindet, wo ihr Abstand 21 030 055 Meilen beträgt, was am 2ten Juli der Fall ist. Jener Punkt wird daher die **Sonnenferne** oder das **Aphelium** genannt. Am entgegengesetzten Punkte der großen Axe erreicht die Erde ihre **Sonnen-Nähe** oder **Perihelium** am 1sten Januar, indem sie hier nur 20 334 825 Meilen von der Sonne entfernt ist. Die aus diesen beiden Abständen sich ergebende mittlere Sonnenferne ist gleich 20 700 000 Meilen.

In den meisten Fällen kann man von der elliptischen Gestalt der Erdbahn ganz absehen, und dieselbe als einen Kreis betrachten, dessen Halbmesser gleich 20 Millionen Meilen ist. Der Umfang dieser Bahn beträgt etwa 127 Millionen Meilen und wird von der Erde in 365 Tagen und etlichen Stunden zurückgelegt, so daß sie in einer Secunde 4 Meilen durcheilt. Die Geschwindigkeit der Erdbewegung um die Sonne ist daher viel größer, als die Umdrehungs-

geschwindigkeit eines Punktes am Aequator, die in der Secunde 1430 Pariser Fuß beträgt. Könnten wir mit jener ersteren Geschwindigkeit der Erde eine Reise um ihren 5400 Meilen betragenden Umkreis antreten, so würde diese schon in 22½ Minuten vollendet sein.

Die so eben angeführte Geschwindigkeit der Erde ist jedoch eine mittlere Geschwindigkeit. Die elliptische Gestalt der Erdbahn ist nämlich von wesentlichem Einfluß auf die Bewegung der Erde, welche an Geschwindigkeit zunimmt, je mehr die Erde zur Sonnennähe hinrückt, und abnimmt bis zur Erreichung der Sonnenweite. Es entspringt hieraus, wie später gezeigt wird, ein Unterschied in der Dauer des Sommer- und Winterhalbjahres, indem ersteres 7¾ Tage länger ist, als letzteres.

Stellung der Erdaxe zur Ebene der Erdbahn.

§. 55. Denken wir uns eine durch den Mittelpunkt der Sonne gelegte Ebene nach allen Seiten hin ausgedehnt, und in dieser Ebene die Erde in Bewegung. Versinnlichen läßt sich das Gedachte, wenn man in der Mitte eines kreisförmigen Stückes Pappe einen Ausschnitt macht, und eine kleine Kugel zur Hälfte in denselben versenkt. Diese Kugel stellt die Sonne vor, die Fläche der Pappe ist die Ebene der Erdbahn, welche letztere durch einen auf die Pappe gezeichneten Kreis vorgestellt wird, dessen Mittelpunkt die Sonne ist. Die Erde selbst kann durch eine kleinere Kugel vorgestellt werden, die sich in geeignete kreisförmige Ausschnitte an verschiedenen Stellen der Erdbahn halb einsenken läßt.

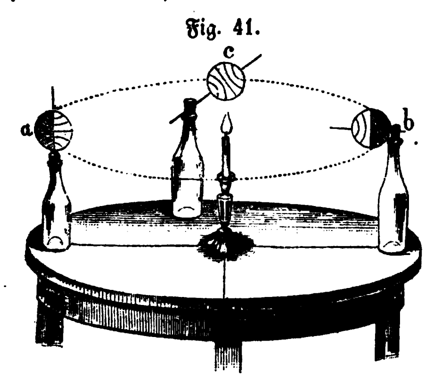
Es ist überhaupt schwierig, ja zum Theil unmöglich, die in dem Folgenden zu beschreibenden Erscheinungen durch Zeichnungen hinreichend zu erläutern, da diese immer auf die Fläche beschränkt sind, und viele Bewegungserscheinungen nur in Verkürzungen gezeichnet werden können, welche dem an diese Zeichnungsart nicht Gewöhnten leicht unverständlich sind.

Zeichnen wir auf eine kleine Kugel, welche die Erde vorstellt, die am Erdglobus gebräuchlichen Kreise, nämlich Aequator, Wendekreise und Polarkreise, sowie die Pole selbst, so ist leicht einzusehen, daß wir dieser Kugel sehr verschiedene Lagen zur Ebene der Erdbahn geben können. Einmal können wir dieselbe so legen, daß beide Pole, also die Erdaxe, in der Ebene selbst liegen. Sodann kann die Erdaxe senkrecht zu dieser Ebene gestellt werden, und endlich kann sie eine schiefe Lage zu derselben erhalten, so daß also die Erdaxe mit der Erdbahn einen spitzen Winkel bildet.

Daß diese drei verschiedenen Stellungen von dem wesentlichsten Einflusse auf die Erscheinungen an unserer Erdoberfläche sein müssen, soll nun gezeigt werden. Auch hier helfen wir der Anschauung sehr vortheilhaft nach, indem wir in die Mitte eines runden Tisches ein Licht (am besten eine Lampe) bringen, welches die Sonne vorstellt. In gleicher Höhe mit der Flamme stellen wir am

Rande des Tisches einen kleinen Globus auf, dessen Axe eine beliebige Lage gegeben werden kann. Statt des Globus läßt sich auch eine kleine hölzerne Kugel benutzen, deren Axe durchbohrt und um eine Stricknadel drehbar ist. Die Nadel kann gleich hoch mit der Lichtflamme in den Kork einer Flasche so befestigt werden, daß sie zur Ebene des Tisches entweder senkrecht, oder geneigt, oder parallel damit ist. Auf der Kugel selbst sind die erforderlichen Parallelkreise und der Aequator verzeichnet. Endlich theilt man den Umkreis des Tisches durch zwei rechtwinklig zu einander durch dessen Mittelpunkt gezogene Linien in vier gleiche Theile. Mit Hülfe dieser einfachen Vorrichtung kann man sich das im Folgenden Beschriebene besser klar machen, als wir dieses durch Zeichnung zu thun im Stande sein werden.

Fig. 41.



§. 56. Nehmen wir zuerst an, die Erdaxe sei senkrecht zur Erdbahn wie bei *a*, Fig. 41.

Es würde alsdann während des ganzen Jahres hindurch und an jedem Punkte der Erde die Nacht dieselbe Dauer haben wie der Tag. Die Sonnenstrahlen, senkrecht auf den Aequator fallend, würden die in dessen Nähe liegenden Landgürtel versengen und unbewohnbar machen. Glücklicher würden diejenigen Gegenden sein, welche zwischen den etwas vom Aequator entfernten Parallelkreisen liegen. Diese würden sich wegen der schief auffallenden Sonnenstrahlen Jahr aus Jahr ein eines milden Frühlingswetters erfreuen. Allein gerade hierdurch würde für die Bewohner jener Erdgürtel der Reiz des Wechsels der Jahreszeit verloren sein, und ohne Zweifel würden eine Menge von Pflanzen nicht gehörig sich entwickeln können. Einem höchst traurigen Schicksale müßten aber die Gegenden der mehr den Polen genäherten Parallelkreise anheimfallen. Denn theils würde dort das Sonnenlicht so schief auffallen, theils so vollständig vorbeischießen, daß ein ewiger erstarrender Winter in Ländern herrschen würde, wo jetzt Millionen glücklicher Menschen leben. Bei der senkrechten Stellung der Erdaxe zu ihrer Bahn würde demnach der größte Theil ihrer Oberfläche unbewohnbar sein.

Noch auffallendere Erscheinungen entstehen, wenn wir die Erdaxe in die Erdbahn verlegen, Fig. 41 *b*, und zwar so, daß ihre Pole beständig dieselbe Richtung beibehalten. In diesem Falle würde einmal im Jahre die ganze nördliche Halbkugel der Erde beleuchtet sein, und das Licht senkrecht auf den Nordpol fallen, und der Tag 24 Stunden dauern. Auf der entgegengesetzten Seite bei *a* würde dasselbe für die südliche Halbkugel eintreten und auf diese Weise fortwährend für die verschiedenen Punkte der Erde ein greller Wechsel von

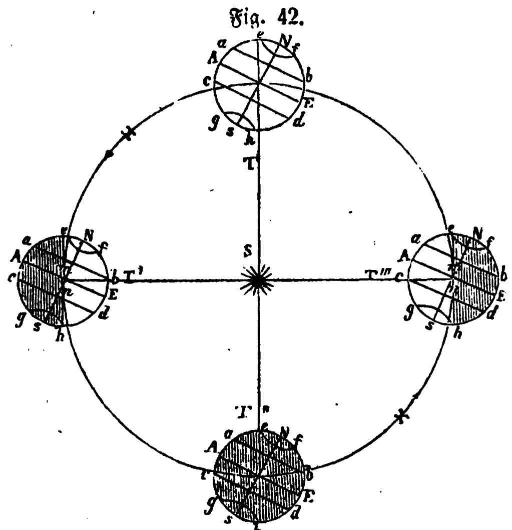
brennender Hitze und eisiger Kälte stattfinden. Die Dauer des Tages würde für einen Punkt der Erde fast ein halbes Jahr betragen und für den entgegengesetzten ebenso lang die Nacht sein, kurz diese völligen Wechsel von Licht und Wärme würden für die Bewohnbarkeit der Erde noch viel nachtheiliger sein, als die im Vorhergehenden bezeichneten Mißverhältnisse.

Da nun bekanntlich auf unserer Erdoberfläche weder jene Einförmigkeit in Tagesdauer und Klima herrscht, wie sie aus der senkrechten Lage der Erdaxe folgen müßte, noch jener gänzliche Wechsel eintritt, wie die horizontal liegende Erdaxe ihn hervorrufen würde, so muß nothwendig die Lage der Erdaxe zu ihrer Bahn geneigt sein, sie muß dieselbe in einem spitzen Winkel schneiden. S. *c*, Fig. 41.

Dieses ist in der That der Fall, und hieraus erklären wir nun leicht eine Reihe von ebenso wichtigen als bekannten Erscheinungen.

§. 57. Betrachten wir jetzt die Erde in ihren vier Hauptstellungen zur Sonne. In Fig. 42 ist *S* die Sonne, *T* die Erde, deren Axe *s N* sich selbst stets parallel bleibt. Offenbar wird immer nur die der Sonne zugewendete Erdhälfte erleuchtet und erwärmt, und es bildet ein um die ganze Erde gehender Kreis die Erleuchtungsgränze, zwischen der hellen und dunklen Erdhälfte. Es stellt *T* die Erde vor in der Stellung, welche sie am 21sten März hat, wo die Sonnenstrahlen senkrecht auf den Aequator treffen. In diesem Falle geht der

Fig. 42.



Kreis der Erleuchtungsgränze durch die beiden Pole *s* und *N*, folglich ist es auf der halben nördlichen und der halben südlichen Halbkugel zugleich Tag, und während sich die Erde um ihre Axe *s N* dreht, beschreibt jeder Punkt ihrer Oberfläche die Hälfte seines täglichen Kreises in der Tagseite, und die andere Hälfte in der Nachtseite. In dieser Stellung sind daher Tag und Nacht auf der ganzen Erde einander gleich, und wir nennen sie daher die Frühlingsnachtgleiche oder Aequinoctium. Dasselbe gilt von der am 23sten September stattfindenden Herbstnachtgleiche, die durch die Stellung *T''* versinnlicht wird, wo uns in der Abbildung die unbeleuchtete oder Nachtseite der Erde zugekehrt erscheint.

Legt dagegen die Erde den vierten Theil ihrer Bahn zurück, so gelangt sie am 21sten Juni in die Stellung T', welche das Sommersolstitium genannt wird. Man sieht, daß hier der Nordpol N, sowie ein beträchtlicher Theil der ihn umgebenden Erdoberfläche während der ganzen täglichen Umdrehung der Erde erleuchtet bleiben. Dem innerhalb des um 23½ Grade vom Nordpol abstehenden nördlichen Polarkreises *ef* Wohnenden geht an diesem Tage die Sonne gar nicht unter, sein Tag dauert 24 Stunden. Der vom Polarkreis eingeschlossene Theil der Erde heißt die nördliche Polarzone.

Gerade das Umgekehrte findet gleichzeitig innerhalb der südlichen Polarzone *gh* Statt, wo an demselben Tage die Sonne gar nicht sichtbar wird, mithin die Nacht 24 Stunden währt.

Am Aequator ist auch an diesem Tage die Dauer von Tag und Nacht gleich, denn der erleuchtete Theil *nE* dieses Kreises ist gleich dem unerleuchteten *nA*. Für jeden nördlich vom Aequator liegenden Punkt wird dagegen der Tag länger als die Nacht, da offenbar der beleuchtete Theil *mb* des Parallelkreises *ab* größer ist, als dessen unbeleuchteter Theil *ma*, folglich ein Bewohner dieser Gegend während der Tagesumdrehung der Erde länger in der Beleuchtung als in der Dunkelheit verweilt. Alle vom Aequator nördlich liegenden Punkte haben daher am 21sten Juni ihren längsten Tag und ihre kürzeste Nacht.

Daß südlich vom Aequator das umgekehrte Verhältniß eintritt, und dort die längste Nacht herrscht, ist leicht ersichtlich.

Der Parallelkreis *ab*, auf welchen den 21sten Juni die Sonnenstrahlen senkrecht fallen, heißt der Wendekreis des Krebses.

Indem nun die Erde in ihrer Bahn weiter rückt, vermindert sich täglich die Länge des Tages, bis dieselbe am 23sten September in die Herbstnachtgleiche T'' tritt, wo Tag und Nacht gleich sind. Von hieraus weiter rückend verkürzt sich der Tag immer mehr, bis die Erde am 23sten December das Wintersolstitium T''' erreicht hat, wo die Sonnenstrahlen senkrecht auf den Wendekreis des Steinbocks *cd* fallen. Daß für uns Bewohner der nördlichen Halbkugel die Tagbogen z. B. *ma* kleiner sind, als die Nachtbogen *mb*, fällt in die Augen. Wir haben an diesem Tage unseren kürzesten Tag, während unsere Gegenfüßler auf der Südhälfte der Erde sich ihres längsten Tages erfreuen.

Polhöhe.	Dauer des längsten Tages.
0	12 Stunden.
16° 44′	13 »
30° 48′	14 »
49°	16 »
63° 23′	20 »
66° 32′	24 »
67° 23′	1 Monat.
73° 39′	»
90°	6

Beim Verfolgen ihrer Bahn nehmen jedoch vom Wintersolstitium an die Tage wieder zu bis zur Frühlingsnachtgleiche, wo wir unseren Ausgangspunkt erreicht, mithin unseren jährlichen Umlauf vollendet haben.

Wir sehen also in dieser schiefen Stellung der Erdaxe zur Erdbahn die einfache Erklärung der schon in §. 34 beschriebenen scheinbaren jährlichen Sonnenbewegung, vermöge welcher dieselbe zweimal jährlich den Aequator schneidet, und einmal nördlich und südlich einen höchsten und tiefsten Stand erreicht, um von da wieder umzuwenden.

Jener höchste und tiefste Sonnenstand wird aber durch die vom Aequator 23½ Grade entfernten Wendekreise bezeichnet, weil hier die Sonne umzuwenden und dem Aequator sich wieder zu nähern scheint.

§. 58. Für die Bewohner des zwischen den beiden Wendekreisen liegenden Erdgürtels, den man die heiße oder tropische Zone nennt, ändert die Sonne ihre Stellung während des ganzen Jahres nie so auffallend, daß nicht die Strahlen derselben fast immer senkrecht oder nahezu senkrecht auffallen. Daher herrscht in diesem Erdtheile die größte Hitze, und große Unterschiede in der Wärme, wodurch verschiedene Jahreszeiten stattfinden, treten nicht ein. Pflanzen- und Thierwelt, und die Menschen selbst erhalten unter dem Einfluß dieses Reichthums an Wärme und Licht eigenthümliche Formen und Eigenschaften.

Zwischen den Wendekreisen und den Polarkreisen liegen jederseits des Aequators die beiden gemäßigten Zonen. Innerhalb dieser fällt das Sonnenlicht niemals senkrecht auf, es wird daher ein beträchtlicher Theil der Wärmestrahlen an der Erde vorbeigehen (S. Physik. §. 149) und die Hitze erreicht niemals den höchsten Grad.

Die Gesammt-Oberfläche der heißen Zone beträgt 3,7 Millionen Quadrat meilen, die der beiden gemäßigten Zonen zusammengenommen 4,8 Millionen und die der beiden kalten Zonen 0,8 Millionen Quadratmeilen.

Aber sehr verschieden ist der Stand der Sonne zu unserer nördlichen gemäßigten Zone *a b e f*, Fig. 42, im Laufe des Jahres. Während des Sommersolstitiums (bei *T'*) treffen die Sonnenstrahlen bei weitem weniger schief auf, als zur Zeit des Wintersolstitiums, wo die Sonne unter den Aequator hinabgesunken, ihre Strahlen (an *a b e f*) beinahe vorbeischießt. Und überdies, welch ein Unterschied in der Tagesdauer, so daß im Sommersolstitium die Strahlen nicht nur mehr der Senkrechten genähert auffallen, sondern dies auch während eines Tages eine größere Zeit lang thun, als im entgegengesetzten Falle. Daher denn für uns jener große Unterschied in Temperatur und Witterung im Laufe des Jahres, daher denn jener Wechsel der Jahreszeiten, jener Uebergang aus dem starren Winter in den milden aufthauenden Frühling, dem die reifende Sommerhitze folgt, bis der Herbst mit matterem Lichte und kühlerem Tage folgt, und dem Winter abermals die Thür öffnet.

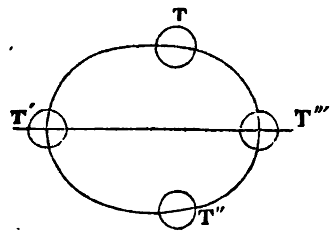
Wie viel Wohlthätiges und Reizendes für das Menschengeschlecht in diesem ewigen Wechsel der Jahreszeiten liegt, welch unendlicher Zauber demselben innewohnt, dafür spricht nichts mehr, als daß jenes sehnsüchtige Hervorstreben des

Frühlings, die strenge Stille und Einsamkeit des Winters, der glühende Segen des Sommers und die wohlthuende Fülle des Herbstes in zahllosen Bildern und Sagen der Kunst und Poesie sich wiederholen von den ältesten Völkern bis auf den heutigen Tag.

§. 59. Wäre die Erdbahn wirklich, wie in Fig. 42, ein Kreis, so müßten die Zeitabschnitte zwischen den Aequinoctien und Solstitien sich vollkommen gleich sein, und das Sommerhalbjahr von der Frühlingsnachtgleiche bis zur Winternachtgleiche dieselbe Dauer haben, als das Winterhalbjahr.

Dies ist nicht der Fall, weil die Erdbahn, wie wir wissen, eine Ellipse ist, und die Sonne in einem der Brennpunkte der letzteren steht.

Fig. 43.



Wenn T und T'', Fig. 43, die Aequinoctialpunkte sind, so ist das zwischen beiden liegende Stück der Bahn des Winterhalbjahres $T\ T'''\ T''$ kleiner, als die Bahn des Sommerhalbjahres $T\ T'\ T''$. Ueberdies ist während des Winterhalbjahres die Umlaufsgeschwindigkeit der Erde größer, denn sie erreicht im Wintersolstitium ihre Sonnennähe, während die Sonnenferne mit dem Sommersolstitium zusammenfällt. Beide Ursachen wirken zusammen, so daß in Folge hiervon das Sommerhalbjahr gleich 186 Tagen und 12 Stunden ist, während das Winterhalbjahr nur 178 Tage und 18 Stunden hat, jenes mithin um 7¾ Tage länger ist.

Obgleich die Sonnennähe mitten in den Winter fällt und wir alsdann um 695230 Meilen der Sonne näher gerückt sind, als zur Zeit des Sommersolstitiums, so hat dieses doch durchaus keinen Einfluß auf die Wärme an der Erdoberfläche, da letztere durch das mehr oder weniger schiefe Auffallen der Sonnenstrahlen und die Tagesdauer bedingt wird, wie oben gezeigt worden ist.

§. 60. Beobachten wir an einem Abende den Untergang der Sonne und merken wir uns einen an der Stelle, wo sie unterm Horizont verschwunden ist, alsbald sichtbar werdenden Stern oder eine Gruppe von Sternen. Am folgenden Abend werden wir diesen Stern oder das Sternbild wieder an derselben Stelle, nahe bei der untergehenden Sonne erblicken. Wird jedoch diese Beobachtung mehrere Tage lang fortgesetzt, so sehen wir, daß die Sonne diesem Sterne immer näher rückt, so daß derselbe bald mit der Sonne zugleich untergeht, weshalb er nach Sonnenuntergang natürlich nicht wahrzunehmen ist. Setzen wir diese Beobachtung nun an einem anderen Gestirne fort, so machen wir dieselbe Erfahrung. Am Morgenhimmel finden wir eine ähnliche Erscheinung. Ein Stern, der möglichst nahe und kurz vor der Sonne aufgeht, wird nach mehreren Tagen schon merklich früher und entfernter von derselben über den Horizont sich erheben, weil die Sonne sich von demselben entfernt hat. Die Sonne scheint demnach am Firsternhimmel von Osten nach Westen fortzurücken, und wir kön-

nen ihren Weg bezeichnen, wenn wir uns die Sternbilder bemerken, in deren Nähe wir dieselbe nach und nach erblicken.

Diese Sternbilder bilden am Fixsternhimmel einen Gürtel, der Thierkreis oder Zodiakus genannt und durch zwei um 7—8° von der Ekliptik abstehende und mit derselben parallele Kreise begränzt wird. So lange die Sonne sich in der Nähe eines Sternbildes befindet, gebraucht man den Ausdruck: die Sonne steht in dem Sternbild. Die Alten theilten den Thierkreis durch zwölf, in gleichen Entfernungen von einander befindliche Sternbilder, in zwölf gleiche Theile und es wurden bereits in §. 49 die Namen und Zeichen derselben mitgetheilt. Die Sonne braucht, um von einem Sternbild des Thierkreises bis zum nächsten fortzurücken, also um einen Weg von 30° in der Ekliptik zurückzulegen, 28 bis 30 Tage, eine Zeit, die ein Monat genannt wird. Nachdem nun die Sonne innerhalb zwölf Monaten von einem Sternbild zum anderen fortgerückt ist, tritt sie wieder in das Sternbild, in welchem sie zuerst beobachtet worden ist, und dieser Augenblick ist die Vollendung des Jahres. Während eines jeden Monats steht demnach die Sonne in einem anderen Sternbild.

Vor etwa 3000 Jahren, wo der Thierkreis bereits angenommen war, stand die Sonne bei Frühlings-Anfang, am 21sten März, im Sternbild des Widders und die Reihenfolge der Monate mit ihren entsprechenden Sternbildern war diese:

März	Widder	September	Waage
April	Stier	October	Skorpion
Mai	Zwillinge	November.	Schütze
Juni	Krebs	December	Steinbock
Juli	Löwe	Januar	Wassermann
August.	Jungfrau	Februar	Fische.

In Folge einer langsam rückwärts gehenden Verschiebung der Knotenpunkte der Ekliptik und des Aequators (Präcession genannt) ist dieses Verhältniß jetzt ein anderes. Die Sonne steht nämlich bei Frühlings-Anfang, also im März, nicht in dem Sternbild des Widders, sondern in dem der Fische, und ebenso findet für jeden folgenden Monat eine Verrückung zum vorhergehenden Sternbild Statt. Um jedoch in Beziehung auf ältere Angaben keine Verwirrung zu verursachen, ließ man auf Globen und Himmelskarten u. s. w. die Zeichen der zwölf Sternbilder in ihrer alten Stellung und unterscheidet nun zwischen Sternzeichen oder Zeichen und Sternbild. Die ersteren sind nichts anderes, als zwölf Abtheilungsmarken der Ekliptik, die letzteren sind die wirklichen Sterngruppen. Ist z. B. irgendwo gesagt: die Sonne oder ein Planet steht im Zeichen des Krebses, so suche ich am Globus oder an der Sternkarte das Zeichen ♋ und finde dort das vorhergehende Sternbild, nämlich das der Zwillinge. (S. Fig. 44.)

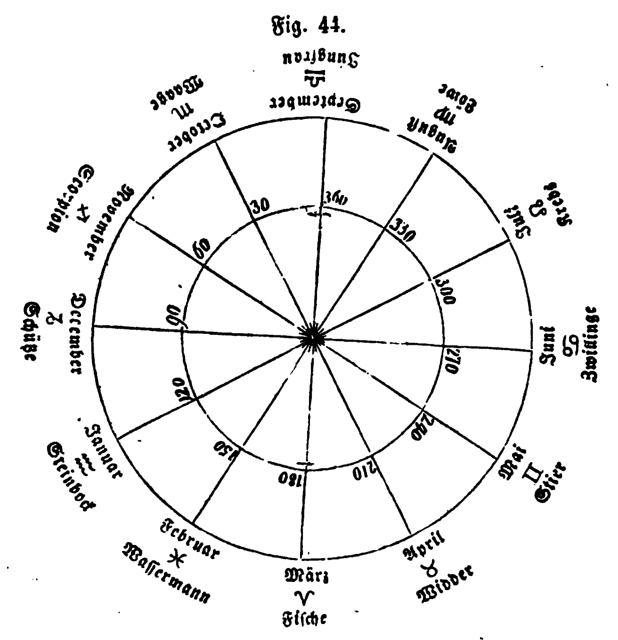
Wie bereits erwähnt wurde, schneidet die Ekliptik den Aequator in einem Winkel von 23½° an zwei um 180° entfernten, also im Kreise einander gerade

gegenüberliegenden Punkten. Es sind dieses die Punkte, die wir als Aequinoctialpunkte kennen lernten, und die Sonne steht zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche, also am 21sten März, im Sternbilde der Fische (folglich im Zeichen des Widders) und zur Herbstnachtgleiche am 23sten September im Sternbilde der Jungfrau (im Zeichen der Waage).

Auch diese scheinbare Bewegung der Sonne müssen wir jetzt auf ihren wahren Grund zurückführen, nämlich auf die Bewegung der Erde. §. 61

Nehmen wir abermals unseren runden Tisch zu Hülfe mit dem als Sonne in der Mitte stehenden Lichte. Stellen wir den Tisch in die Mitte eines runden Zimmers, dessen Umfang wir durch die Zeichen der Ekliptik in zwölf gleiche Theile getheilt haben, die in gleicher Höhe mit der Lichtflamme in gleichen Abständen an die Wand geschrieben sind. In Fig. 44 stellt der innere Kreis den Tisch, und der äußere den Umfang des Zimmers vor. Das Auge des

Fig. 44.

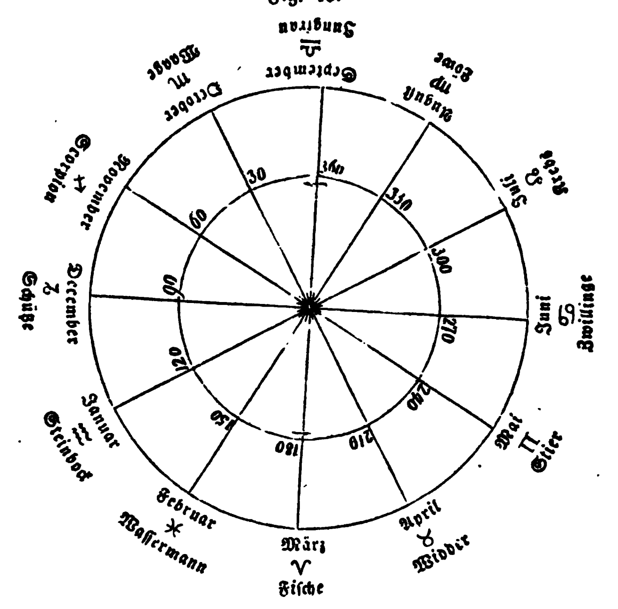


Beobachters befindet sich, in gleicher Höhe der Lichtflamme, an der Stelle des oberen Pfeiles, wo wir uns die Erde am 21sten März ihre Bewegung in der Richtung des Pfeiles beginnend denken. In diesem Augenblicke erscheint dem Auge die Sonne im Zeichen des Widders. Rücken wir am Umfange des Tisches, der in 12 gleiche Theile getheilt ist, um einen solchen Theil weiter, so sehen wir die Sonne in das Zeichen des Stieres eingetreten, es kommt uns vor, als habe dieselbe einen Bogen von 30° zurückgelegt, in einer, der unserigen gerade entgegengesetzten Richtung. So verfolgen wir unsere Bahn um die Sonne, und lassen

sie nach und nach aus einem Zeichen in's andere treten, bis sie abermals in dem des Widders erscheint, und das Jahr vollendet ist.

Bevor man von dieser Bewegung der Erde um die Sonne überzeugt war, dachte man sich die Erde im Mittelpunkt der Sonnenbahn, also an der Stelle der Sonne, Fig. 45. Die Erscheinungen sind in der That ganz dieselben, wenn

Fig. 45.

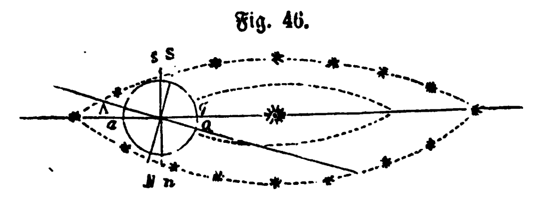


wir uns selbst in die Mitte des Tisches versetzen und nun ein Licht als Sonne, am unteren Pfeile beginnend, um den Tisch herumspaziren lassen. Wir sehen alsdann das Licht durch alle Sternzeichen hindurchgehen.

Daß die Ekliptik den Aequator in einem Winkel von 23½° schneidet, ist lediglich eine Folge der Neigung der Erdaxe gegen die Erdbahn.

In Fig. 46 sehen wir die Sonne umgeben von einem inneren Kreise, der die Erdbahn vorstellt, und von einem äußeren Kreise, gebildet durch die Gestirne der Ekliptik. Wäre die Erdaxe wie *n s* senkrecht zu der Ebene dieser beiden Kreise, so würde die Ekliptik mit der Ebene des Aequators *a q* zusammenfallen. Die wirkliche Stellung der Axe ist jedoch eine gegen jene beiden Kreise geneigte, wie

Fig. 46.



N S, in welchem Falle *A Q* der Aequator ist, dessen Ebene, wie man sieht,

die Ebene der Ekliptik unter demselben Winkel schneidet, welchen die senkrecht gedachte Axe $n\ s$ mit der geneigten $N\ S$ bildet.

Zeitgleichung.

§. 62. Die Erde dreht sich in 23 Stunden 56 Minuten und 4 Secunden mit vollkommner Gleichförmigkeit um ihre Axe. Dieser Zeitraum heißt Sterntag; er wird wie der Sonnentag in 24 gleiche Theile getheilt, und ein solcher Theil Sternstunde genannt. Dieser Zeit bedienen sich die Astronomen, weil sie dieselbe mit der größten Leichtigkeit und Genauigkeit prüfen und auch den Ort der Gestirne sehr leicht mittels derselben bestimmen können.

Die Zeit dagegen, welche die Sonne von einem Durchgang durch den Meridian eines bestimmten Ortes bis zum folgenden Durchgang gebraucht, wird Sonnentag genannt. Dieser ist um etwa 4 Minuten länger als der Sterntag, weil die Sonne täglich ungefähr einen Grad weiter ostwärts gerückt zu sein scheint. Es ist dies ähnlich wie bei dem Minutenzeiger, der, wenn er gerade über dem Stundenzeiger stand, auch mehr als einen Umlauf machen muß, um wieder über letzteren zu stehen, weil dieser sich indessen um ein Gewisses nach derselben Richtung fortbewegt hat.

Der Sonnentag wird von jeher in 24 Stunden eingetheilt. Eine gut construirte und richtig aufgestellte Sonnenuhr zeigt diese Stunden immer richtig an.

Nun sind aber die Sonnentage nicht von gleicher Dauer, weil letztere, wie wir gesehen, von der ungleichförmigen Bewegung der Erde in ihrer elliptischen Bahn, welche nämlich die scheinbare Bewegung der Sonne zur Folge hat, abhängt, und weil außerdem die Sonne sich nicht in der Ebene des Erdäquators, sondern in der dazu um 23½ Grad geneigten Ekliptik zu bewegen scheint.

Weil nun aber eine gute Räderuhr einen vollkommen gleichförmigen Gang haben soll, so kann dieselbe die ungleichförmige Sonnenzeit nicht anzeigen. Man hat daher die sogenannte mittlere Sonnenzeit eingeführt. Man denkt sich nämlich neben der wahren Sonne eine andere, welche sich in der Ebene des Aequators mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortbewegt und mit der wirklichen Sonne immer zugleich durch den Frühlingsnachtgleichepunkt geht.

Die gedachte Sonne ist nun der wahren bald voraus, bald folgt sie ihr nach, und mehrere Male gehen beide zugleich durch den Meridian. Eine Uhr, welche immer 12 Uhr zeigt, wenn die gedachte Sonne durch den Meridian geht, zeiget die mittlere Sonnenzeit, so genannt zum Unterschiede von der wahren, welche durch die Sonnenuhr angezeigt wird. Die Differenz zwischen der mittleren und wahren Sonnenzeit wird Zeitgleichung genannt. Die folgende Tabelle zeigt dieselbe für die verschiedenen Monate bis auf die Minute genau an. Wollte man seine Uhr nach der Sonnenuhr reguliren, so müßte man zu der Zeit, welche letztere zeigt, noch so viele Minuten hinzufügen oder davon hinwegnehmen, als die Tabelle angiebt.

Zeigt z. B. die Sonnenuhr am 26sten März 10 Uhr 17 Minuten, so muß die Räderuhr 10 Uhr 17 Minuten + 6 Minuten oder 10 Uhr 23 Minuten zeigen. Ebenso am 7ten September, zeigt die Sonnenuhr 8 Uhr 55 Minuten, dann muß die Räderuhr 8 Uhr 55 Minuten — 2 Minuten oder 8 Uhr 53 Minuten zeigen

Zeitgleichung.

Januar.	Min.	April.	Min.	August.	Min.	Novbr.	Min.
1	+ 4	1	+ 4	2	+ 6	3	—16¼
4	+ 5	5	+ 3	11	+ 5	9	—16
6	+ 6	8	+ 2	17	+ 4	17	—15
8	+ 7	12	+ 1	21	+ 3	21	—14
11	+ 8	15	0	25	+ 2	25	—13
13	+ 9	20	— 1	29	+ 1	28	—12
16	+10	25	— 2	Septbr.			
19	+11			1	0	December.	
23	+12	Mai.		4	— 1	1	—11
27	+13	11	— 3	7	— 2	3	—10
		15	— 4	10	— 3	6	— 9
Februar.		29	— 3	13	— 4	8	— 8
2	+14			16	— 5	10	— 7
13	+14½	Juni.		19	— 6	12	— 6
20	+14	5	— 2	22	— 7	15	— 5
27	+13	10	— 1	25	— 8	17	— 4
März.		15	0	27	— 9	19	— 3
4	+12	20	+ 1	30	—10	21	— 2
8	+11	24	+ 2	October.		23	— 1
12	+10	29	+ 3	4	—11	25	0
16	+ 9			7	—12	27	+ 1
19	+ 8	Juli.		11	—13	29	+ 2
23	+ 7	4	+ 4	15	—14	31	+ 3
26	+ 6	11	+ 5	20	—15		
29	+ 5	20	+ 6	28	—16		

Erde und Mond.

§ 63. Ein ähnliches Herrscherverhältniß wie das, in welchem die Sonne zur Erde steht, übt diese gegen den Mond aus, den sie mit dem unsichtbaren Bande der Anziehung gefesselt hält, so daß er als Trabant ihr folgen und sie umkreisend den Weg um die Sonne mit ihr zurücklegen muß.

Vergleichen wir beide Himmelskörper mit einander, so sehen wir, daß der Durchmesser des Mondes = 468 Meilen, also 3,67mal kleiner ist als der der Erde.

An Oberfläche übertrifft die Erde den Mond um das 14fache, und an körperlichem Inhalt um das 50fache. Einem Auge im Monde müßte demnach die Erde 3,67mal größer erscheinen, als uns der Mond sich darstellt, dessen scheinbarer Durchmesser 31′ 16″ ist.

Die Entfernung des Mondes vom Mittelpunkte der Erde ist gleich 51480 Meilen oder 60 Erdhalbmesser, eine im Vergleich mit dem Sonnenabstande und den Entfernungen der Fixsterne außerordentlich unbedeutend erscheinende Größe.

In der That ist der Mond der uns nächste aller Himmelskörper und nur diesem Umstande verdankt er es, daß er uns größer vorkommt als alle Sterne, ja daß er uns ziemlich in demselben Umfange erscheint wie die Sonne.

Zugleich aber gestattet uns diese Nähe wichtige Blicke auf die Oberfläche dieses Weltkörpers, der, durch mächtige Fernröhre um das 500fache vergrößert oder näher gerückt, einen ebenso überraschenden als prachtvollen Anblick gewährt. Denn wenn wir schon mit bloßem Auge am Monde allerlei Flecken und Gruppen sehen, aus welchen Phantasie und Sage bald einen Mann, bald eine andere Gestalt sich bildete, so stellen diese dem bewaffneten Auge in viel bestimmterer Weise sich dar, so daß über die Beschaffenheit der Mondoberfläche ziemlich festbegründete Ansichten bestehen.

Während beim Halbmond der in vollem Sonnenlichte befindliche Rand gleichförmig erleuchtet und daher scharf abgerundet erscheint, ist der entgegengesetzte Rand wie ausgezackt und zerrissen. Daß einzelne helle Punkte im Monde nichts Anderes als Berge sind, ist ganz unzweifelhaft dadurch, daß man hinter denselben einen stets von der Sonne abgekehrten Schatten wahrnimmt, der kürzer wird, je mehr der Mond in die volle Beleuchtung einrückt. Durch die Messung solcher Schatten hat man gefunden, daß viele jener Mondberge ebenso hoch, ja selbst höher sind, als die höchsten Bergspitzen der Erde. Sehr häufig sind im Monde sogenannte Ringgebirge, wo ein kreisförmig geschlossener Wall entweder eine größere Ebene oder eine mitunter sehr beträchtliche Vertiefung, den Krater, einschließt, aus welchem letzteren mitunter wieder eine kegelförmige Spitze in der Mitte sich erhebt, die alsdann Centralberg genannt wird. Außerdem findet man jedoch noch allerlei Gruppen von Bergen und nach verschiedenen Richtungen sich kreuzenden Bergketten, so daß die ganze Mondoberfläche ein überaus gebirgiges Ansehen gewinnt, wie dies schon durch ein mittelmäßiges Fernrohr ziemlich deutlich erkennbar ist.

Vergleicht man jene Gebirgsformen mit denen der Erde und den Vorstellungen, die wir über die Entstehung der letzteren haben, so ist eine vulcanische Entstehung der Mondgebirge so gut als gewiß anzunehmen.

Ebenso sprechen die allerbestimmtesten Beobachtungen dafür, daß den Mond keine Atmosphäre umgiebt, ähnlich der unserigen, daß auf seiner Oberfläche keine größere Wassermassen, gleich unseren Meeren, wahrgenommen werden, wodurch das Vorhandensein von Wasser auf dem Monde überhaupt sehr in Zweifel gestellt ist. Die ganze physische Beschaffenheit der Mondoberfläche muß demnach

so verschieden von unserer Erde sein, daß Wesen von der Organisation des Erdmenschen dort unmöglich würden existiren können.

Lächerlich erscheinen jedoch bei näheren Prüfungen die Behauptungen, daß Gebäude oder andere künstliche Gegenstände, ja selbst belebte Wesen, sogenannte Mondbewohner, auf dem Monde sichtbar geworden seien, denn, selbst wenn wir im Stande wären, ein tausendfach vergrößerndes Fernrohr anzuwenden, so würde uns doch der Mond nicht anders vorkommen, als ob wir ihn mit bloßem Auge in einer Entfernung von 50 Meilen betrachteten, und ich frage, wer wird da noch Gegenstände, wie ein Haus, einen Menschen oder dergleichen erkennen wollen?

§. 64. Die Bahn des Mondes ist eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Erde sich befindet, und deren Excentricität größer ist, als die der Erdbahn, so daß ihre Gestalt mehr von der Form des Kreises abweicht.

Der Mond ist daher nicht immer gleichweit von der Erde entfernt, sondern er hat seine Erdnähe, seine Erdferne und eine mittlere Entfernung, ganz ähnlich wie dies im Verhältniß der Erde zur Sonne §. 53 beschrieben wurde. Daher ändert sich auch seine scheinbare Größe, indem sein größter scheinbarer Durchmesser 31′ 16″, der kleinste 29′ 12″ und der mittlere 30′ 14″ ist, je nach seinem Abstande von der Erde. Auch ist die Geschwindigkeit des Mondes um so größer, je näher er sich bei der Erde befindet.

Da aber der Mond sich gleichzeitig mit der Erde um die Sonne bewegt, so ist seine Bewegung eine sehr zusammengesetzte, die, in Form einer Schraubenlinie um die Erdbahn gehend, der Berechnung und Bestimmung außerordentliche Schwierigkeiten darbietet.

Diese fallen jedoch hinweg, wenn wir zunächst nur das Verhältniß des Mondes zur Erde unserer Betrachtung unterwerfen, wo wir die Erde im Mittelpunkte des Kreises annehmen, welchen der Mond beschreibt.

Der von dem Monde am Himmel zurückgelegte Weg ist zwar innerhalb des Thierkreises, fällt jedoch nicht genau mit der scheinbaren Sonnenbahn, Ekliptik, zusammen, sondern schneidet diese in einem Winkel von etwas mehr als 5° an zwei einander gegenüberliegenden Punkten, welche die Knoten der Mondbahn heißen. Die eine Hälfte ist daher südlich, die andere nördlich von der Ekliptik.

Beobachtet man die Stellung des Mondes zu einem bekannten Gestirne und wiederholt man dieses am folgenden Abende, so findet man den Mond um etwas mehr als 13° von West nach Ost von dem Gestirne abgerückt. Da nun der ganze Kreis seiner Bahn 360° hat, so ergiebt sich bei genauerer Berechnung, daß diese vom Monde in 27 Tagen 7 Stunden, 43′ 12″ zurückgelegt wird, nach welcher Zeit wir ihn wieder zu demselben Sterne zurückgekehrt erblicken. Man nennt diese Zeit den siderischen oder periodischen Monat.

Während dieses Umlaufs dreht sich jedoch der Mond einmal um seine eigene Axe, die fast senkrecht auf der Ekliptik steht, so daß der Aequator des Mondes nahe zu mit dieser zusammenfällt, woraus für den Mond in Beziehung

auf die Sonne diejenigen Erscheinungen stattfinden, die nach §. 56 für die Erde eintreten würden, wenn ihre Axe senkrecht zur Ekliptik wäre.

Eine Folge dieser langsamen Axendrehung des Mondes ist, daß die eine Hälfte desselben nahezu 15 Tage von der Sonne beschienen wird, während die andere Hälfte ebenso lange dieses Licht entbehrt, dafür aber von dem zurückgeworfenen Lichte der Erde erhellt wird.

Unserer Erde selbst wendet der Mond stets nur eine und dieselbe Hälfte zu, was ebenfalls auf seiner mit der Umlaufszeit zusammenfallenden Axendrehung beruht. Es befinde sich ein Licht auf einem runden Tische und ich gehe nun, mein Gesicht stets dem Lichte zugewendet, um den Tisch herum, so habe ich, nachdem dies geschehen ist, nicht nur meinen Weg um den Tisch vollendet, sondern ich habe mich gleichzeitig auch um mich selbst gedreht.

Sonne, Erde und Mond.

Mondphasen.

§. 65. Kein anderer Himmelskörper zeigt den merkwürdigen Wechsel in seiner Gestalt als der Mond. Dies ist so auffallend, daß das Wechseln des Mondes sprüchwörtlich geworden ist, und selbst das Kind bemerkt dies sogar, und fragt: was ist aus dem alten Monde geworden, wo ist er hingekommen?

Zur Erklärung dessen müssen wir nun die Sonne zu Hülfe nehmen, denn diese verschiedenen Gestalten des Mondes, die sogenannten Mondphasen, sind eine Folge der stets sich ändernden gegenseitigen Stellung von Sonne, Erde und Mond.

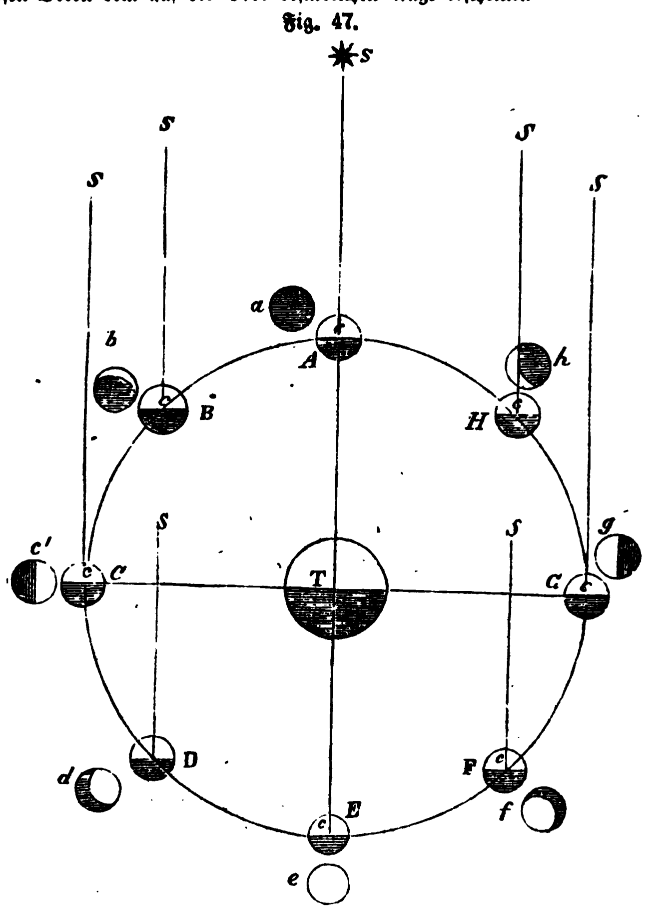
Zuerst sei bemerkt, daß bei der großen Entfernung der Erde und des Mondes von der Sonne und bei der bedeutenden Größe der letzteren, alle von der Sonne ausgehenden Lichtstrahlen unter sich in paralleler Richtung auf Erde und Mond treffen, gleichgültig an welchem Punkte ihrer Bahnen dieselben sich auch befinden mögen.

Es sei daher *T*, Fig. 47 auf folgender Seite, die Erde und *c c* .... der Mond in verschiedenen Stellungen seiner Bahn, so sind *S S* .... unter einander parallele, von der in großer Entfernung befindlichen Sonne herkommende Lichtstrahlen. Offenbar müssen die diesen Strahlen zugekehrten Seiten der Erde sowohl als des Mondes vollkommen erleuchtet sein, und dem in der Sonne befindlichen Auge würden Erde und Mond daher immer als glänzende vollkommene Scheiben erscheinen. Die dem Sonnenlicht abgewendete Seite ist natürlich dunkel.

Stehen Sonne, Mond und Erde in einer Linie, und zwar in der genannten Reihenfolge, so daß also der Mond zwischen Sonne und Erde steht, wie *SAT*, Fig. 47, so nennt man dies die Conjunction, während man als Opposition diejenige Stellung bezeichnet, wenn die Erde sich zwischen Sonne und Mond befindet, wie *STE*. Die beiden Stellungen *C* und *G* des Mondes

nennt man seine **Quadraturen**. Auf der Erde selbst sieht man vom Monde nur die ihr zugewendete Hälfte desselben, also denjenigen Theil, der auf unserer Abbildung durch den Kreis der Mondbahn abgeschnitten erscheint. Während daher *A B C D E F G H* den Mond von der Sonne aus gesehen vorstellen, geben die nebenstehenden Figuren *a b c' d e f g h* die Gestalten des Mondes, wie sie an diesen Orten dem auf der Erde befindlichen Auge erscheinen.

Fig. 47.



In der **Conjunction** (bei *A*) ist den Erdbewohnern die dunkle Mondscheibe zugewendet, wir haben alsdann, wie man sagt, **Neumond** oder **Neulicht**. Der Mond ist für uns während dieser Zeit kaum sichtbar, als ein blasser, aschgraufarbiger Körper, der dieses schwache Licht von der Erde empfängt. Nach einigen Tagen erscheint er uns jedoch bei *B* als eine der Sonne abgewendete glänzende Sichel (*b*), die in der Quadratur *C* zum **ersten Mondviertel** (*c'*)

angewachsen ist, das sich halbmondförmig darstellt. So gelangt der Mond mit stets zunehmendem Licht zur Opposition, wo er uns gänzlich erleuchtet als **Vollmond** erscheint, und von wo er in entgegengesetzter Ordnung dieselben Formen wieder annimmt, bis er wieder zur Conjunction zurückkehrt.

Wie man Fig. 47 sieht, bildet der Mond bei wachsendem Licht ein D und bei abnehmendem ein C, woher es kommt, daß derselbe ein Lügner genannt worden ist. Das lateinische Wort Decrescit heißt nämlich »er nimmt ab«, und doch ist der Mond im Zunehmen, wenn er uns wie ein D erscheint. Dagegen heißt Crescit »er wächst«, während gerade der Mond abnimmt, wenn er ein C bildet. Hiernach kann, sobald man den Mond sieht, leicht bestimmt werden, ob derselbe im Zunehmen oder Abnehmen begriffen ist.

Nützlich ist es, auch die verschiedenen Mondphasen sich zur Anschauung zu bringen, indem man in der Mitte eines Tisches eine größere Kugel als Erde aufstellt, um welche eine kleinere den Mond vorstellende in angemessener Entfernung herumgeführt werden kann. In geeigneter Entfernung von beiden befindet sich eine die Sonne vertretende Lampe in gleicher Höhe mit den Kugeln. Der Mondkugel giebt man zu diesem Versuche eine weiße Farbe, um die Schattengränze schärfer zu machen, und indem man sie von der Stelle der größeren Kugel aus an den verschiedenen Orten ihrer Bahn betrachtet, lassen sich an ihr auf's Deutlichste alle Mondphasen zeigen.

§. 66. Da der Mond täglich das bedeutende Stück von 13° am Himmel von West nach Ost fortschreitet, so ist es natürlich, daß er an jedem folgenden Tage merklich später aufgeht, was bekanntlich bei den Fixsternen nicht der Fall ist, da sie, unbeweglich am Himmel stehend, täglich in derselben Minute auf- und untergehen. Das Aufgehen des Mondes läßt sich jedoch genau berechnen und da es in vielen Fällen von Vortheil ist, zu wissen, ob und zu welcher Zeit auf Mondschein zu rechnen ist, so findet man sowohl die Mondphasen als auch den Auf- und Untergang desselben regelmäßig in den Kalendern angegeben.

Ebbe und Fluth.

§. 67. Da die Anziehung zwischen verschiedenen Theilen der Materie stets eine gegenseitige ist, so wird nicht allein der Mond von der Erde, sondern diese auch von dem Monde angezogen. Für irgend einen Ort auf der Erdoberfläche wird die vom Monde geäußerte Anziehung am stärksten sich fühlbar machen, wenn dieser Ort dem Monde am nächsten sich befindet, was der Fall ist, wenn der Mond durch den Meridian des Ortes geht. Am stärksten überhaupt wird die Anziehung sich in den Gegenden des Erdäquators zeigen, weil der Mond über diesen immer fast senkrecht steht.

Auf den festen Theil unserer Erde äußert diese Anziehung einen nur mittelbar sichtbaren Einfluß, während dagegen das Wasser der Meere, welches bei weitem den größeren Theil der Erdoberfläche bedeckt, vermöge seiner Beweglich-

keit der Anziehung folgt, und in der ganzen Richtung desjenigen Meridians sich erhebt, in welchem gerade der Mond steht.

Dieses Steigen des Meeres zu gewissen Zeiten wird die Fluth genannt, und aus oben angeführtem Grunde zeigt sie sich für die unter demselben Meridian liegenden Orte am stärksten in der Nähe des Aequators, und nimmt nach den Polen hin ab, so daß sie, bei St. Malo bis 50 Fuß betragend, an Norwegens Küste gar nicht mehr bemerkbar ist.

Da aber in demselben Augenblicke auch der Mittelpunkt der Erde jene Anziehung in derselben Richtung empfindet, und bis zu einem gewissen Grade ihr nachgiebt, so erhebt sich das Meer auch auf der entgegengesetzten Seite des Meridians, indem es in Folge seines Beharrungsvermögens der unter ihm weichenden Erde nicht augenblicklich zu folgen im Stande ist. Die Fluth bildet also gleichsam einen um die ganze Erde durch beide Pole gelegten erhabenen Ring, der am Aequator am höchsten und an den Polen verschwindend ist, und welcher auf der Erdoberfläche in der Richtung von Ost nach West fortrückt, in dem Maaße als durch die in entgegengesetzter Richtung stattfindende Umdrehung der Erde der Mond nach und nach in die Meridiane der verschiedenen Orte tritt.

Eine Folge hiervon ist, daß innerhalb 24 Stunden an einem und demselben Orte in Abständen von je 12 Stunden zweimal die Fluth stattfindet, und daß in derselben Zeit, wo z. B. bei uns dieselbe eintritt, auch bei unseren Gegenfüßlern das Meer sich erhebt.

Wenn aber das Meer gleichzeitig nach zwei entgegengesetzten Punkten der Erde hinströmt, um dort als Fluth sich zu erheben, so muß natürlich in dem zwischen jenen Punkten liegenden Theile das Wasser sich senken oder Ebbe eintreten, die gerade an den Stellen, die in der Mitte zwischen beiden Fluthen liegen, am größten sein muß. Alle unter demselben Meridian liegenden Orte haben gleichzeitig Ebbe, und es bildet diese hiernach gleichsam einen durch die Pole der Erde gehenden Furchenkreis in den Gewässern, welcher in den Polen den Kreis der Fluthen rechtwinklig schneidet.

So sieht man denn an Meeresküsten täglich während sechs Stunden das Wasser dem Lande zuströmen, die flachen Ufer bedecken, in die Mündungen der Flüsse meilenweit hinaufsteigen, an den steilen Ufern schäumend sich brechen, als wollten sie Alles verschlingen und begraben, bis dann der höchste Punkt erreicht ist, wo ein 15 Minuten langer Stillstand eintritt, von dem an das Meer, wie beschämt über den vergeblichen Angriff, zurückweicht, um nach abermals 6 Stunden auf's Neue sich zu erheben.

Es giebt kein erhabeneres und in geheimnißvollem Grauen mehr ergreifendes Schauspiel, als das tobende Heranrollen dieser mit silbernem Schaum gekrönten dunkeln Meereswellen, die gleich Ungeheuern daher sich wälzen, und am Ufer sich überstürzend und gebrochen vom Meere stets auf's Neue wieder geboren werden.

Da der Mond für einen Ort an jedem folgenden Tage um 50 Minuten später in den Meridian tritt, so stellt sich auch die Fluth des folgenden Tages um ebenso viel später ein und es lassen sich bei diesem regelmäßigen Zusammen-

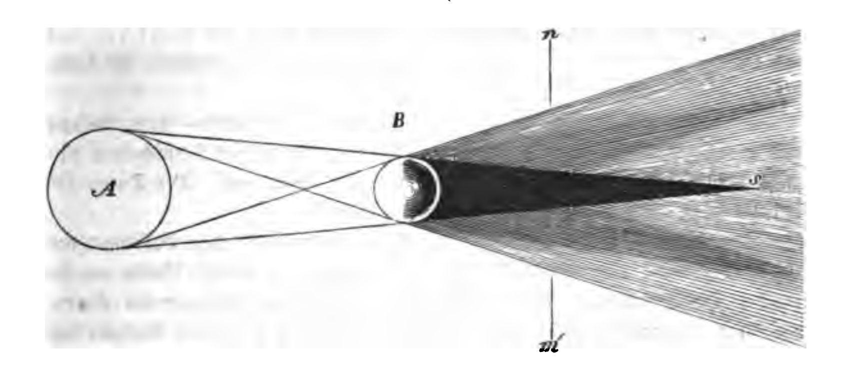
hang der Erscheinungen die Ebbe und Fluth für jeden Ort genau vorherbestimmen, was wegen ihrer Bedeutung für die Schifffahrt von Wichtigkeit ist.

Im Allgemeinen stellt sich jedoch die Erscheinung von Ebbe und Fluth nicht in der einfachen Weise dar, wie dies oben beschrieben wurde. Denn abgesehen von vielen örtlichen Verhältnissen, wie Gestalt und Lage der Küsten, stören auch vorübergehende Ursachen, wie Winde, häufig den geregelten Verlauf der Fluth. Besonders übt noch die Sonne einen sehr merklichen Einfluß auf dieselbe aus, je nach der gegenseitigen Stellung von Sonne, Erde und Mond. Denn in der Conjunction (s. Fig. 47) befindlich, addirt sich die Anziehung der Sonne zu der des Mondes und verstärkt die Fluth, während sie in der Opposition befindlich derselben entgegenwirkt und an manchen Orten sie ganz aufhebt. Am wenigsten macht sich ihr Einfluß bemerkbar, wenn der Mond sich in den Quadraturen befindet.

Finsternisse.

§ 68. Die von Zeit zu Zeit eintretenden Verfinsterungen der Himmelskörper sind nichts Anderes, als Folgen des von einem undurchsichtigen Körper geworfenen Schattens, wenn eine Seite desselben erleuchtet wird. Wenn der leuchtende Körper *A*, Fig. 48, den dunkeln *B* an Größe übertrifft, so entstehen in Folge

Fig. 48.



der geradlinigen Fortpflanzung des Lichts zweierlei Schatten. Der Kernschatten ist da, wo durchaus kein Licht hingelangen kann, und bildet einen Kegel, dessen Spitze *S* hinter dem dunkeln Körper sich befindet. Sobald das Auge in den Kernschatten sich begiebt, kann es keinen Theil der Lichtquelle *A* wahrnehmen, dieselbe erscheint verfinstert. Der Halbschatten entsteht dagegen da, wo zwar nicht von allen Theilen des leuchtenden Körpers Licht hingelangen kann, aber doch von einigen. Er bildet ebenfalls einen Kegel, dessen verlängert gedachte Spitze jedoch vor dem dunkeln Körper liegen würde. Fangen wir den

also gebildeten Schatten z. B. bei *mn* mittels eines weißen Blattes auf, so erhalten wir in der Mitte einen schwarzen Kreis als Kernschatten, umgeben von dem Halbschatten, der nach außen hin an Stärke abnimmt, s. Fig. 49. Je weiter wir das Blatt von dem schattengebenden Körper entfernt halten, desto kleiner wird der Durchmesser des Kernschattens und desto größer der des Halbschattens.

Fig. 49.



Mondfinsterniß.

§. 69. Es sei *A*, Fig. 48, die Sonne und *B* die Erde, so beträgt die Länge des Kernschattens der letzteren über 108 Erddurchmesser. Da nun der Mond nur um 30 Erddurchmesser von der Erde entfernt, und der Durchmesser des Erdschattens in dieser Entfernung beinahe dreimal so groß ist, als der scheinbare Durchmesser des Mondes, so muß derselbe, sobald er in diesen Schatten eintritt, uns gänzlich verfinstert erscheinen.

Fänden die Bewegungen von Erde und Mond in Beziehung zur Sonne genau in derselben Ebene Statt, was der Fall wäre, wenn die Mondbahn in der Ekliptik läge, so würde bei jeder Opposition (s. §. 65), also zur Zeit jedes Vollmondes derselbe verfinstert erscheinen. Wir haben aber gesehen, daß die Mondbahn die Ekliptik nur an zwei Punkten, den Knoten (§. 64) schneidet und es können daher nur Mondfinsternisse eintreten, wenn der Mond zur Zeit der Opposition in einen der Knoten selbst oder in der Nähe derselben sich befindet, was innerhalb 18 Jahre 29 mal der Fall ist.

§. 70. Die Mondfinsterniß nimmt am östlichen Rande des Mondes ihren Anfang und ist entweder eine totale, wenn der Mond ganz in den Kernschatten eintritt, oder eine partiale, wenn er dies nur zum Theil thut. Die Dauer der ersteren kann bis auf zwei Stunden sich erstrecken.

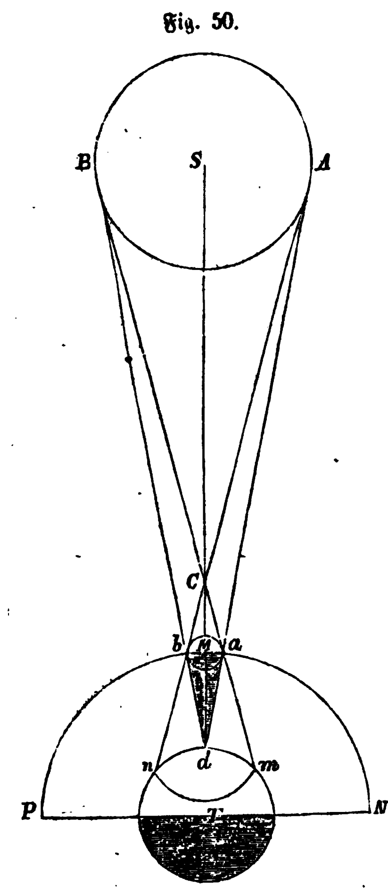
Die Mondfinsternisse sind auf allen Punkten der nächtlichen Halbkugel der Erde, über deren Horizont der Mond sich befindet, in gleicher Größe und in gleicher Dauer sichtbar. Dagegen werden Beobachter an verschiedenen Orten, die östlich oder westlich von einander entfernt liegen, den Ein- oder Austritt der Finsterniß nicht zu gleicher Tageszeit wahrnehmen, und man benutzt diesen Umstand zur Bestimmung der Länge eines Ortes, d. h. zur Ausmittelung seiner Entfernung vom ersten Meridian, s. §. 25. Je weiter zwei Orte östlich oder westlich von einander entfernt sind, desto größer ist der Unterschied in der Tagesstunde, in welcher sie z. B. den Eintritt des Mondes in den Erdschatten wahrnehmen. Findet dies für den einen Ort Nachts um 10 Uhr und für einen zweiten westlicher liegenden um 11 Uhr Statt, so sind beide Orten um einen Bogen von 15° von einander entfernt. Die runde Form des auf dem Monde sichtbar werdenden Erdschattens ist zugleich ein werthvoller Beweis für die Kugelgestalt der Erde.

Sonnenfinsterniß

Wenn Mond und Sonne in Conjunction sind, so steht der Mond *M*, §. 71. Fig. 50, zwischen Erde *T* und Sonne *S*. Ereignet sich dies zu einer Zeit, wo der Mond durch einen seiner Knoten geht oder diesem innerhalb 16° genähert ist, so fällt der Schatten des Mondes nach der Erde hin. Dieses findet innerhalb 18 Jahre 41mal Statt, allein aus dem Folgenden geht hervor, daß für denselben Ort die Sonnenfinsternisse dreimal seltener sind, als Mondfinsternisse.

Der Kernschatten des Mondes hat ungefähr die Länge des Abstandes der Erde vom Mond, daher immer nur ein kleiner Theil *d* der Erdoberfläche in denselben eintritt. Für die Bewohner dieser Gegend findet alsdann eine totale Sonnenfinsterniß Statt, die ringförmig genannt wird, wenn von der sonst vollständig verdunkelten Sonnenscheibe nur der Rand sichtbar bleibt. Dieses ist möglich, wenn der Mond sich in seiner Erdferne befindet, wo sein scheinbarer Durchmesser kleiner ist, als der der Sonne, welchen er überhaupt im äußersten Falle nur um 1′ 38″ übertreffen kann. Daher kann auch eine totale Sonnenfinsterniß niemals länger dauern als ungefähr $3\frac{1}{4}$ Minuten.

Fig. 50.



Der Halbschatten des Mondes ist dagegen über einen beträchtlich größeren Theil *nm* der Erde verbreitet, da sein Durchschnitt $\frac{5}{9}$ vom Durchmesser der Erde beträgt. Die Bewohner der im Halbschatten befindlichen Gegenden empfangen nicht von allen Punkten der Sonne Licht, es ist ihnen daher ein Theil derselben unsichtbar oder ihre Sonnenfinsterniß ist eine partiale.

Die Verfinsterung beginnt bei der Sonne am westlichen Rande und schreitet nach dem östlichen fort. Sie ist jedoch wegen der großen Nähe des Mondes an allen Orten, über deren Horizont die Sonne sich befindet, weder gleichzeitig, noch von gleicher Dauer, noch in gleicher Weise sichtbar, ja an einzelnen Punkten kann sie ganz unsichtbar sein.

Im günstigsten Falle beträgt der Durchmesser des Kernschattens, am Ende des Schattenkegels, der die Erde erreicht, 36 Meilen, so daß nur für diesen schmalen Streifen der Erdbewohner eine totale Sonnenfinsterniß eintritt.

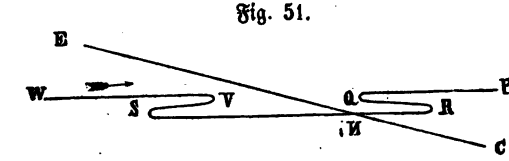
Die Planeten.

§. 72. Es ist bereits angeführt (§. 45), daß man bei aufmerksamer Betrachtung des gestirnten Himmels einzelne Sterne entdeckt, welche ihre Stellung zu den Fixsternen auffallend ändern und daher Wandelsterne oder Planeten genannt worden sind. Faßt man dieselben durch das Fernrohr näher in's Auge, so erscheinen sie beträchtlich vergrößert, als meßbare Scheiben mit ruhigem Licht, welches nicht von ihnen selbst ausgeht, sondern Sonnenlicht ist, das sie zurückwerfen. Sie unterscheiden sich hierdurch wesentlich von den Fixsternen, die auch in der stärksten Vergrößerung nur unmeßbar kleine Lichtpunkte bleiben und die wir als selbstleuchtende Sonnen in ungeheuren Entfernungen bezeichnet haben.

Die Planeten befinden sich dagegen in verhältnißmäßig geringer Entfernung von der Erde, und ihre Anzahl erscheint unbedeutend im Verhältniß zu dem Fixsternheere, allein andere Beziehungen verleihen denselben ein ungemeines Interesse für uns.

Was zunächst die Bewegung der Planeten betrifft, so ist diese am Himmel innerhalb einer Gränze beschränkt, die im §. 60 als Thierkreis oder Zodiacus bezeichnet worden ist. Aber wie wesentlich verschieden ist ihr Weg von denen der Sonne und des Mondes! Denn während diese Himmelskörper in stets gleichen Bogen in bestimmten Zeiten von einem Sternbilde von Westen nach Osten fortrücken, bis sie einen ganzen Kreis am Himmel zurückgelegt haben, sehen wir einen Planeten z. B. eine Zeit lang in ähnlicher Weise und rasch voranschreiten, dann seine Geschwindigkeit sich vermindern, bis er einige Tage lang gänzlich still steht und von da an gar rückwärts geht und dann von Neuem eine unregelmäßige Linie beschreibt, etwa wie sie in Fig. 51 angedeutet ist. Man nennt die dem Weg der Sonne nachgehende

Fig. 51.



Bewegung *WV* der Planeten die rechtläufige und die umgekehrte *VS* die rückläufige, zwischen welchen jedesmal ein Stillstand stattfindet. Zugleich sehen wir in Beziehung auf die Ekliptik *EC*, daß die Planeten ihren Weg zur Hälfte auf der nördlichen Seite und zur Hälfte auf der südlichen Seite derselben machen, so daß sie die Ekliptik in zwei gegenüberliegenden Punkten schneiden, die Knoten heißen, ähnlich wie beim Mond.

Nichts war vor der richtigen Erkenntniß des Planetenlaufes und ihres Verhältnisses zur Sonne schwieriger, als eine Erklärung dieser sonderbaren Be-

wegungen. Ja alle Bemühungen der früheren irrigen Systeme der Weltkörper scheiterten an den Planeten und erwiesen sich gerade hierdurch als unrichtig oder unvollkommen.

Die Sonne ist nicht allein der anziehende Punkt für unsere Erde, welche ihre Ellipsen um dieselbe beschreibt, sondern noch für eine große Anzahl anderer Himmelskörper, nämlich zunächst für die Planeten, in welche wir die Erde selbst einreihen müssen. §. 73

Man kennt bis jetzt 22 Planeten, und es ist namentlich nach den erst in jüngster Zeit gemachten Entdeckungen kein Grund vorhanden zur Annahme, daß die Anzahl derselben hiermit geschlossen sei.

Die Planeten bieten wesentliche Unterschiede dar in ihrer Größe, Entfernung von der Sonne, Geschwindigkeit, und in ihrer physischen Beschaffenheit, dagegen stimmen sie alle in Gestalt, Mangel an eigenem Licht und in der elliptischen Gestalt ihrer Bahnen um die Sonne überein, die fast gänzlich in einer Ebene liegen. Auch hat man eine Axendrehung bei so vielen beobachtet, daß sie bei allen als stattfindend anzunehmen ist.

Indem wir die Planeten in ihrem Zusammenhang unter sich und mit der Sonne als Planetensystem bezeichnen, so läßt sich dasselbe ungemein leicht und zweckmäßig veranschaulichen, wenn man auf einem Tische oder einem Bogen Papier sich selbst eine Zeichnung desselben entwirft, wobei man die Sonne als den gemeinschaftlichen festen Anziehungspunkt annimmt und um diesen entweder als Kreise oder Ellipsen die Bahnen der Planeten in verkleinertem Maaßstabe zieht. §. 74

Am leichtesten und zur Versinnlichung ziemlich ausreichend, sind die Bahnen als Kreise zu zeichnen, deren Halbmesser die mittleren Abstände der einzelnen Planeten von der Sonne sind. Zur Darstellung der elliptischen Bahnen muß deren große Axe und Excentricität (§. 13) gegeben sein.

Man unterscheidet untere Planeten, die der Sonne näher stehen, als die Erde, und deren es nur zwei sind, nämlich Merkur und Venus, und obere Planeten, deren Bahnen die der Erde umziehen und wohin alle übrigen gerechnet werden.

Unter den älteren Planeten versteht man die seit den ältesten Zeiten bekannten, wie Mercur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn, während die übrigen, erst seit Erfindung der Ferngläser entdeckten, neuere Planeten heißen.

Am übersichtlichsten werden die wichtigsten Verhältnisse der Planeten durch die folgenden Tafeln:

I.

	Planeten	Zeichen	Bekannt seit	Entdeckt durch	Durchmesser		Körperlicher Inhalt	
					geogr. Meilen	größter scheinbarer*)	Millionen Kubikmeil.	Erde = 1
1	Merkur	☿	Alterthum		671	13″	104	1/17
2	Venus	♀	»		1715	64″	2641	10/11
3	Erde	♁	»		1719		2660	1
4	Mars	♂	»		844	23″	315	1/7
5	Flora	[Zeichen]	1847 Oct. 18.	Hind				
6	Victoria	V	1850 Sept. 13.	»				
7	Vesta	⚶	1807 März 29.	Olbers	66	0″,5	1/7	1/17688
8	Iris	[Zeichen]	1847 Aug. 13.	Hind				
9	Metis	[Zeichen]	1848 April 26.	Graham				
10	Hebe	[Zeichen]	1847 Juli 1.	Henke				
11	Parthenope	P	1850 Mai 11.	Gasparis				
12	Asträa	[Zeichen]	1845 Dec. 18	Henke				
13	Egeria	E	1850 Nov. 2.	Gasparis				
14	Juno	⚵	1804 Sept. 23.	Harding	80	0″,4	1/4	1/9842
15	Ceres	⚳	1801 Janr. 1.	Piazzi				
16	Pallas	⚴	1802 März 28.	Olbers	145	4″,2	1 6/10	1/1661
17	Hygiea	H	1849 April 12.	Gasparis				
18	Irene	J	1851 Mai 19.	Hind				
19	Jupiter	♃	Alterthum		20018	49″,2	4200100	1491
20	Saturn	♄	»		16305	20″,3	2269650	772
21	Uranus	♅	1781 März 13.	Herschel	7866	4″,3	254830	87
22	Neptun	♆	1846 Sept. 23.	Leverrier u. Galle	7300	2″,6	203700	77
	Sonne	☉			192608	32′ 34″	3741450000	1415225
	Mond	☽			468	31′ 16″	54	1/50

*) Der scheinbare Durchmesser ist durch die Anzahl der Secunden des Winkels ausgedrückt, in welchem ein Planet von der Erde aus gesehen wird, wenn er sich dieser am nächsten befindet.

Die kleinen Planeten, wohin auch die erst in neuester Zeit entdeckten gehören, bezeichnet man allgemein unter dem Namen der Asteroiden. Neuere Messungen zeigen, daß die oben gegebenen Durchmesser der Asteroiden zu groß sind.

II.

Planeten	Mittlerer Abstand von der Sonne oder halbe große Axe		Excentricität in Theilen der halben großen Axe	Dauer der Umdrehung		Dauer des Umlaufs in Tagen
	geogr. Meilen	Erd-Abstände		St.	Min	
	Millionen					
1. Merkur	8,00	0,387	0,206	24	5	88
2. Venus	14,95	0,732	0,007	23	21	225
3. Erde	20,68	1,000	0,017	23	56	365
4. Mars	31,49	1,524	0,093	24	37	687
5. Flora	45,51	2,202	0,157			1230
6. Victoria	48,25	2,335	0,218			1303
7. Vesta	48,93	2,361	0,089			1326
8. Iris	49,27	2,383	0,232			1344
9. Metis	50,00	2,384	0,123			1346
10. Hebe	50,09	2,426	0,201			1380
11. Parthenope	52,22	2,451	0,099			1401
12. Asträa	53,41	2,577	0,188			1511
13. Egeria	53,16	2,570	0,088			1478
14. Juno	55,14	2,669	0,258			1593
15. Ceres	57,19	2,771	0,076			1680
16. Pallas	57,30	2,773	0,240			1686
17. Hygiea	65,21	3,150	0,101			2042
18. Irene						
19. Jupiter	107,52	5,203	0,048	9	55	4333
20. Saturn	197,14	9,539	0,056	10	29	10759
21. Uranus	396,44	19,182	0,047			30687
22. Neptun	744,00	30,203	0,008			60625

§. 75. Die beiden unteren Planeten, Mercur und Venus, bieten einige Erscheinungen dar, welche uns an den Mond erinnern. Da sie nämlich zwischen der Sonne und der Bahn der Erde sich bewegen, so treten sie mit diesen beiden zu gewissen Zeiten in eine doppelte Conjunction, nämlich die eine untere, wenn der Planet sich zwischen Sonne und Erde befindet, und eine obere, wenn er jenseit der Sonne mit der Erde in gerader Linie steht. Bei der oberen Conjunction, die wegen der kurzen Umlaufszeit beim Mercur häufig eintritt, hat man von Zeit zu Zeit Gelegenheit, den Planet als dunkeln runden Fleck vor der Sonnenscheibe vorüberziehen zu sehen und dieser sogenannte Durchgang

des **Mercurs** hat uns besonders überzeugt, daß die Planeten ihr Licht von der Sonne empfangen.

Auch nimmt man durch das Fernrohr an diesen Planeten, je nach ihrem Stande zur Sonne, deutlich wechselnde Gestalten, Phasen, ähnlich wie beim Monde wahr, und besonders zeigt sich die Venus, wenn sie des Morgens nach mehrtägiger Unsichtbarkeit wieder zum Vorschein kommt, als helle Sichel. Die Venus ist überhaupt ein durch seinen lebhaften Glanz und seine beträchtliche scheinbare Größe, sowie durch seine Nähe bei der Sonne leicht auffallender Stern. In Folge der letzteren wird sie stets um die Zeit des Sonnen-Aufgangs und Untergangs sichtbar, und hat daher den Namen des Morgen- und Abendsterns (Lucifer und Hesperus) erhalten. Auch wurden an diesem Planet das Vorhandensein einer Atmosphäre, hoher Gebirge und die Umdrehung um eine fast in der Ebene seiner Bahn liegende Axe wahrgenommen.

§. 76. Die oberen Planeten treten, da ihre Wege zugleich um Sonne und Erde laufen, zu diesen in die Stellung von Conjunction, Opposition und Quadratur ein (s. §. 65). Der uns zunächst stehende Mars hat ein auffallend dunkelrothes Licht, das man einer sehr hohen und dichten Atmosphäre dieses Planeten zuschreibt. Bemerkenswerth ist ferner die am Mars sichtbare Abplattung, eine Folge seiner Axendrehung, und eigenthümliche, an den Polen desselben beobachtete helle Flecken, die sogenannten Schneezonen, die kleiner werden, wenn der betreffende Pol der Sonne zugewendet ist, ähnlich wie auf der Erde in diesem Falle das Polareis abnimmt.

Ausgezeichnet durch seinen Glanz ist Jupiter, wie Tafel I. zeigt, der größte aller Planeten, an welchem eine Atmosphäre und allerlei parallel mit seinem Aequator gehende Streifen oder Zonen wahrgenommen werden. In Folge der ungeheuren Geschwindigkeit von fast 10 Stunden, mit welcher derselbe sich um seine nahezu senkrecht stehende Axe dreht, zeigt Jupiter die stärkste Abplattung (vergl. Physik §. 56), indem seine Drehungsaxe zum Durchmesser seines Aequators wie 13 zu 14 sich verhält.

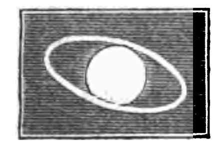
Statt eines einzigen Mondes, der die Erde umkreist, begleiten den mächtigen Jupiter vier kleine Trabanten oder Satelliten, die für ihn ganz ähnliche Erscheinungen hervorbringen, wie der Mond an der Erde. Obgleich dieselben beträchtlich größer sind als der Mond, so können sie doch nur durch das Fernrohr wahrgenommen werden. Merkwürdig sind diese Körper hauptsächlich dadurch geworden, daß man an ihnen die Geschwindigkeit der Lichtfortpflanzung studirte. Indem nämlich diese Monde den Jupiter umkreisen, treten sie von Zeit zu Zeit in den vom Planeten geworfenen Kernschatten und werden dadurch verfinstert. Nachdem man nun auf's Genaueste den Augenblick des Ein- und Austrittes berechnet hatte, ergab es sich, daß zur Zeit der Conjunction, wenn also Erde und Jupiter um 42 Millionen Meilen entfernt sind, die Finsternisse der Jupiter-Monde beträchtlich später eintreten, als wenn dieselben zur Zeit der Opposition stattfinden, wo beide Planeten einander um Vieles näher sind. Die letzten Strahlen eines im Schatten verschwindenden Trabanten gelangen also

erst zu uns, wenn dieser schon einige Zeit verfinstert ist, das Licht braucht folglich eine gewisse Zeit, um seinen Weg zurückzulegen, und diese beträgt eine Secunde für 42000 Meilen.

Einzig in seiner Art ist der **Saturn** durch eine ringförmige Scheibe, welche denselben in der Gegend seines Aequators frei umgiebt und um den Planet sich dreht, jedoch nur dem bewaffneten Auge und zwar in verschiedenen Stellungen, z. B. wie Fig. 52, und sichtbar wird, wenn der Saturn im Zeichen des Widders und des Krebses steht. §. 77.

Dieser Ring, der bei näherer Betrachtung aus zwei Ringen bestehend sich darstellt, ist gleich wie die Masse des Planeten selbst, ein fester Körper und wirft einen deutlich sichtbaren Schatten auf den Saturn. Man kann sich vorstellen, er sei aus einer großen Anzahl ringförmig an einander gereihter und zusammenhängender Trabanten von kleinem Umfange gebildet, die gleichzeitig ihren Umlauf um den Planeten machen.

Fig. 52.





Außerdem hat der Saturn noch **sieben** Monde, welche in weiteren Abständen um denselben sich bewegen und ebenfalls nur mittels starker Fernröhre sichtbar sind.

Uranus, noch vor Kurzem der entfernteste der Planeten, ist wegen seines schwach schimmernden Lichtes mit bloßem Auge kaum wahrzunehmen, weshalb er auch den Alten unbekannt war. Er soll von sechs Trabanten begleitet werden, von welchen jedoch nur zwei genauer beobachtet sind. §. 78.

Von den neu entdeckten Planeten wird weiter unten die Rede sein.

Das Planetensystem.

Ptolomäus, der um die Mitte des zweiten Jahrhunderts nach Christus lebte und der berühmten Schule zu Alexandrien angehörte, versuchte zuerst eine den Beobachtungen am Himmel entsprechende Erklärung derselben, denn das Alterthum hat nur durch Mythen auf Fragen geantwortet, welche nicht die Poesie und die Phantasie, sondern die beobachtende Wissenschaft zu lösen vermag. §. 79.

Nach des Ptolomäus System steht die Erde fest inmitten von elf hohlen Kugelschalen, die in verschiedenen Abständen immer größer werdend einander einschließen. In jede dieser Hohlkugeln, die man sich aus fester krystallartiger Masse bestehend dachte, versetzte er Himmelskörper und zwar in die nächste den Mond, in die folgenden Mercur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn, dann in die achte die sämmtlichen Fixsterne, und die letzten drei benutzte er zur Erklärung einiger anderen Erscheinungen.

Es fällt zu sehr in die Augen, daß dieses System mit vielen Erscheinungen im entschiedensten Widerspruche steht, und indem sich dieses alsbald fühlbar machte, entstand als Verbesserung das sogenannte **ägyptische** Planetensystem,

nach welchem Mercur und Venus zu Trabanten der Sonne gemacht wurden, die letztere aber ihren Weg um die Erde beibehielt. Nichts desto weniger blieb bei dieser Anordnung vieles Wichtige unerklärt und namentlich waren es die §. 72 beschriebenen sonderbaren Bewegungen der Planeten, die vollkommen räthselhaft blieben, so daß man genöthigt war, zu mancherlei wunderlichen und spitzfindigen Annahmen seine Zuflucht zu nehmen

Erst in der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts erfaßte Copernicus, der 1473 in Thorn geboren war und 1543 starb, die glückliche und große Idee der wahren Ordnung des Planetensystems, eine Idee, die er mit unermüdlicher Sorgfalt durch sein ganzes siebenzigjähriges Leben pflegte, und durch Rechnung und Beobachtung zu beweisen bemüht war. Er wies der Sonne den Mittelpunkt an und führte um sie die Planeten in Kreisen nach der bekannten Ordnung, und lehrte, daß die tägliche Bewegung der Himmelskörper nur scheinbar und die Folge der Umdrehung unserer Erde sei.

Wie schwierig, ja wie gefährlich die Ausbreitung dieser neuen Weltanschauung in jener Zeit war, beweis't der Umstand, daß Galilei, ein ausgezeichneter italienischer Astronom, der das copernicanische System annahm und weiter ausbildete, gezwungen wurde, öffentlich die Bewegung der Erde zu wiederrufen, weil das ganze System in wörtlichem Widerspruche mit einigen Stellen der heiligen Schrift steht.

§. 80. Unerklärlich blieb jedoch fortwährend, daß zu gewisser Zeit die Geschwindigkeit der Planeten sich ändert, so wie der große Unterschied in der scheinbaren Größe derselben, was beides bei der Annahme kreisförmiger Bahnen ohne Zuziehung hypothetischer Hülfsmittel nicht der Fall sein konnte.

Da trat der große Kepler auf, der 1571 zu Weil in Würtemberg geboren war, und indem er alles seither Bekannte und namentlich die von seinem Zeitgenossen Tycho Brahe gemachten vortrefflichen Beobachtungen zu Hülfe nahm, entwickelte er jene ewig denkwürdigen Gesetze, die sein Verdienst unübertroffen und seinen Namen unsterblich machen. Nichts ist ergreifender, als die Geschichte dieses Mannes, die Geschichte eines mit der Noth des Lebens fortwährend ringenden Geistes, der von den Drangsalen des dreißigjährigen Krieges von einem Orte zum anderen getrieben, Nichts mit sich nahm, als seine erhabenen Ideen.

§. 81. Kepler's Gesetze bestehen in Folgendem:

1. Die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, die einen Brennpunkt gemeinschaftlich haben, in welchem die Sonne sich befindet.

2. Jeder Planet beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume, was so zu verstehen ist, daß die aus den Brennpunkten nach dem Planet gezogenen Radii vectores (§. 13) stets eine gleich große Fläche überstreichen, für ein und dieselbe Dauer der Zeit, in der der Planet sich bewegt, gleichgültig, welches Stück seiner Bahn er unterdessen zurücklegt.

3. Die Quadratzahlen der Umlaufszeiten von je zwei Planeten verhalten sich zu einander, wie die Würfelzahlen der mittleren Entfernungen dieser beiden Planeten von der Sonne.

Den Schlußstein der theoretischen Betrachtung des Planetensystems fügte der berühmte Newton (geb. 1642, gest. 1727) hinzu. Von ihm geht nämlich die Ansicht aus, daß eine Grundursache der Bewegungen der Himmelskörper in der zwischen denselben stattfindenden gegenseitigen Anziehung sei, die er Schwere oder Gravitation nannte Er zeigte, daß die Größe dieser Anziehung zunimmt mit der Masse eines Körpers, und daß sie abnimmt, je weiter die sich anziehenden Körper von einander entfernt sind (Physik §. 24).

Hieraus erklärt sich, wie alle Planeten, deren Gesammtmasse noch lange nicht die des Sonnenkörpers erreicht, durch die Anziehung an diesen gefesselt sind, ebenso wie der Mond an die Erde und die Trabanten an Jupiter und Saturn.

§. 82. Nachdem auf diese Weise einmal Gesetze aufgestellt waren, gelang es bald, manche Unvollkommenheiten, die noch im Planetensysteme sich zeigten, zu beseitigen. Denn sobald manche Erscheinungen mit dem Gesetze nicht in Uebereinstimmung sich bringen ließen, lehrten neue sorgfältige Beobachtungen, daß die älteren unvollkommen oder irrig waren, oder es wurden Entdeckungen gemacht, welche stets jene Gesetze bestätigten.

So leitete die auffallende Lücke zwischen Mars und Jupiter auf die Idee, daß zwischen diesen Planeten noch ein unbekannter vorhanden sein müsse, in Folge welcher in der That die kleinen Planeten Pallas, Juno, Ceres und Vesta entdeckt wurden, die man für Bruchstücke eines größeren Planeten hält. Ueber die in neuester Zeit erst aufgefundenen Asteroiden sind noch zu wenig genauere Angaben mitgetheilt.

Es ist offenbar, daß die Planeten auch unter sich eine Anziehung ausüben, die besonders in gewissen Stellungen, in welchen sie einander besonders genähert sind, fühlbar werden. Eine Folge sind alsdann eintretende Unregelmäßigkeiten im Laufe der betreffenden Planeten, welche mit dem Namen der Störungen bezeichnet und in Berechnung gezogen werden.

Aus unerklärlichen Störungen, welche der Uranus erlitt, wurde daher höchst scharfsinnig auf das Vorhandensein eines weiteren Planeten geschlossen, ja dessen Stellung sogar durch Rechnung bestimmt, und auf diese rein theoretische Weise der Neptun aufgefunden, welcher sich wegen seiner Lichtschwäche dem Fernrohr wohl noch lange würde entzogen haben.

Die Kometen.

§. 83. Ganz überraschend treten von Zeit zu Zeit am nächtlichen Himmel Lichtmassen auf, die aus einem heller glänzenden sternartigen Theile, dem sogenannten Kern bestehen, welchem in der Regel an der von der Sonne abgewendeten Seite ein leuchtender Schweif folgt, der oft auf Millionen Meilen weit sich erstreckt.

Dies sind die Kometen, deren unerwartetes Hervortreten und sonderbare Gestalt sie von jeher als übernatürliche Anzeichen und Vorboten großer Ereignisse ansehen ließen, und zwar vorzugsweise solcher des Schreckens und der Noth.

So ist es noch nicht lange her, daß die Erscheinung eines Kometen am Himmel allgemeine Bestürzung erregte.

Seitdem jedoch die Astronomen diese unregelmäßigen Besucher unseres Gesichtskreises näher in's Auge gefaßt haben, sind auch diese in die Ordnung und Gesetzmäßigkeit eingereiht worden, die den Bewegungen der Weltkörper vorgezeichnet ist.

§. 84. Die Kometen bestehen jedenfalls aus einer körperlichen Masse, welche ihr Licht von der Sonne erhält, die jedoch so außerordentlich geringe Dichte besitzt, daß selbst durch den dichtesten Theil derselben, den sogenannten Kern, das Licht entfernter Fixsterne noch durchscheinend sichtbar ist. Unverkennbar folgen die Kometen der Anziehung der Sonne, in deren Nähe sie raschere Bewegung und lebhafteren Glanz zeigen.

Ihre Bahnen bieten dieselben scheinbaren Unregelmäßigkeiten, wie zuweilen die Planeten, nur noch in auffallenderem Grade und mit dem Unterschiede, daß sie nicht nur in der Ebene der Ekliptik sich bewegen, sondern in allen nur denkbaren Richtungen aus dem Weltraum auf die Sonne zuschießen und von dieser wieder sich entfernen. Ein Komet ist daher bald nur einige Tage oder Wochen oder Monate, niemals aber längere Zeit hindurch sichtbar.

Bei genauerer Beobachtung hat man indessen gefunden, daß die Bahnen der Kometen, gleich denen der Planeten Ellipsen sind, jedoch von so großer Excentricität, folglich so lang gestreckte, daß ihre Umlaufszeit meist sehr lange dauert, und namentlich einige der ausgezeichnetsten und schönsten Kometen, wie der von 1680, von 1811 u. a. m. erst nach 1500 bis 8000 Jahren wiederkehren.

Andere erscheinen dagegen nach kürzeren Zwischenzeiten wieder und namentlich haben Halley, Enke und Biela die nach diesen Astronomen benannten Kometen sehr genau berechnet, von welchen der erste nach 75 bis 76 Jahren, der zweite nach 3 Jahren und 115 Tagen und der letzte nach 6 Jahren und 270 Tagen wiederkehrt und die auch in diesen Zeiträumen wiederholt beobachtet worden sind.

So weit die Geschichte reicht, mögen bis jetzt schon an 500 Kometen gesehen worden sein, von welchen jedoch nur etwa 150 astronomisch genauer beobachtet sind. Darunter scheint jedoch die Mehrzahl eine Bahn zu verfolgen, die weder kreisförmig, noch eine Ellipse, sondern eine Parabel (§. 14) ist, und wonach eine Rückkehr dieser Kometen niemals zu erwarten wäre. Demzufolge müßten dieselben in die unendlichen Räume des Weltalls sich verlieren, so daß sie nicht zu unserem Sonnensysteme gehörend anzusehen wären. Man nimmt jedoch an, daß die Anzahl der in diesem Systeme sich bewegenden Kometen eine Million erreichen kann und da sie in allen Richtungen desselben sich zeigen, so dürfen wir das Reich der Sonne uns weniger als eine kreisförmige Ebene denken, in deren Mitte die Sonne sich befindet und in deren Umfang die Planeten sich bewegen, sondern wir müssen den von unserem Sonnensysteme erfüllten Raum uns kugelförmig vorstellen. Wollten wir ihn durch ein Modell versinnlichen, so könnte dies durch sehr viele in allen möglichen Richtungen gegen einan-

der geneigte, um einen Mittelpunkt gelegte Reifen von verschiedenem Durchmesser geschehen. Bei den die äußerste Gränze bildenden Reifen dürfte der Durchmesser jedoch nicht unter 400 Durchmesser der Erdbahn, also über 16000 Millionen Meilen betragen.

Weltsystem.

§. 85. Nachdem es außer Zweifel gesetzt war, daß die Sonne eine Axendrehung macht, so lag die Vermuthung nahe, daß dieselbe gleichzeitig auch eine fortschreitende Bewegung habe. Deshalb angestellte Beobachtungen ergeben, daß dieses in der That der Fall ist, und daß die Sonne nach einem im Sternbilde des Herkules liegenden Punkte des Himmels sich hinbewegt. Ihre Bahn ist jedoch von so ungeheurem Umfange, daß ein Fortrücken der Sonne erst nach einer sehr langen Reihe von Jahren sich merklich macht, um so mehr, als alle zum Sonnensysteme gehörigen Körper auf diesem Wege nothwendig ihr folgen müssen.

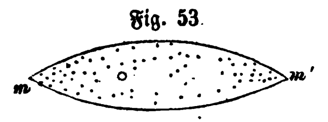
Es scheint demnach wieder ein Punkt gegeben zu sein, um welchen unser gesammtes Sonnensystem sich dreht, wie Jupiter mit seinen Trabanten um die Sonne.

Weitere Blicke in die Fixsternwelt gewähren ferner die Ueberzeugung, daß dieselbe aus einer ungeheuren Anzahl von Systemen bestehe, die theils dem unserer Sonne ähnlich sind, theils nur aus zwei Sternen bestehen, die nur in sehr geringer Entfernung von einander um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt sich drehen und Doppelsterne genannt werden, deren bis jetzt schon über 4000 genauer beobachtet sind.

Herschel hat über das Bereich, zu welchem unser Erdstäubchen gehört, etwa die folgende Vorstellung sich gebildet:

Das System der Sonne ist ein Theil eines Systemes höherer Ordnung, welches im Ganzen eine linsenförmige Gestalt hat, Fig. 53. Wir selbst befinden uns ziemlich in der Mitte dieses von Sonnensystemen erfüllten Raumes, an der Stelle des kleinen Kreises *o*, der das Sonnensystem vorstellt. Offenbar muß nun unserem Auge der Himmel weniger mit Sternen erfüllt erscheinen, wenn wir nach der oberen und unteren Wölbung dieses Sternenraumes hinblicken, als wenn dies in der Richtung nach seinem Rande *mm'* hin geschieht. Im letzteren Falle sehen wir durch eine Sternschicht von großer Tiefe, so daß die hinter einander gestellten Sterne einen gedrängten schimmernden Streif bilden, der uns rings umzieht und den wir als Milchstraße §. 46 bereits erwähnt haben. Es ist jedoch nicht zu verhehlen, daß die eben entwickelte Ansicht von der Anordnung unseres Sonnenstystemes keineswegs eine unbestrittene ist.

Fig. 53



§. 86. Aber die in unseren Sternenraum herüberscheinenden Nebelflecken, diese lichten Stellen am Himmel, von welchen manche in den stärksten Fernröhren sich

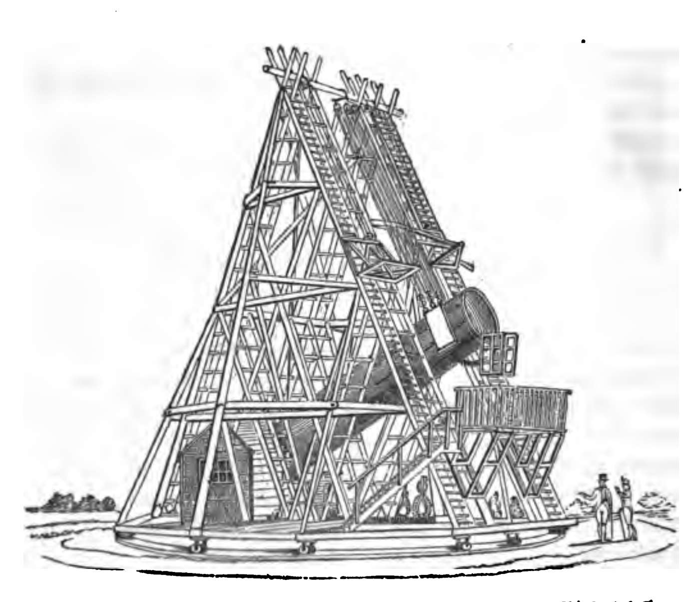
in wimmelnde Sternhaufen auflösen lassen, während bei anderen dies nicht einmal möglich ist, müssen diese nicht ebenfalls für die Milchstraßen anderer Sternenräume gehalten werden?

Wenn wir bedenken, daß die nächsten Fixsterne wenigstens 200000 Halbmesser der Erdbahn von uns entfernt sind, ein Weg, für den das Licht drei Jahre braucht, um ihn zurückzulegen, so ist angenommen, daß dasselbe wenigstens 25000 Jahre bedarf, um von den entferntesten Nebelflecken in unser Auge zu gelangen, was folglich eine Entfernung von 33000 Billionen Meilen giebt.

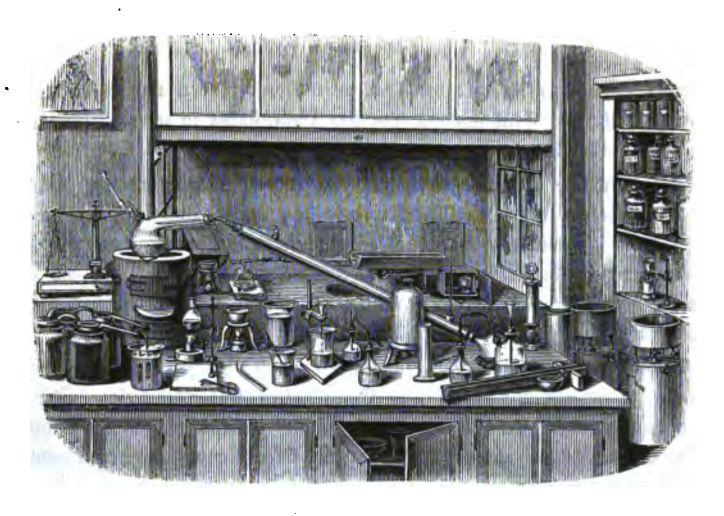
So sind wir von der kleinen Warte unserer Erde, auf welche eine allmächtige Hand uns gestellt hat, mit kühnem Blicke aufgestiegen zum Begriffe des Sonnensystemes, wir haben dieses wieder eingereiht in ein System höherer Ordnung und müssen zugestehen, daß auch dieses nur ein Theil eines unendlichen Ganzen ausmacht. Längst befinden wir uns außerhalb der Gränze des Begreiflichen und dessen, was unsere Vorstellung sich klar machen kann.

Ueberall tritt uns aus diesem aufgerollten Bilde die Gottheit entgegen und mit Jesaias 40, 26 rufen wir:

»Hebet eure Augen in die Höhe und sehet, wer hat solche Dinge geschaffen?«



Herschel's Riesenteleskop.



Chemie.

— »Diejenigen Naturen, die sich beim Zusammentreffen einander schnell ergreifen, nennen wir verwandt.«
Göthe's Wahlverwandtschaften.

Hülfsmittel:

Berzelius, J. J., Lehrbuch der Chemie. 5te Aufl. 8. geh. Dresden und Leipzig in der Arnold'schen Buchhandlung.

Gmelin, Leop., Handbuch der Chemie. 4te Aufl. gr. 8. 4 Bände. In Lieferungen. Heidelberg, K. Winter. Jede Lieferung 12 Ggr.

Graham-Otto's ausführliches Lehrbuch der Chemie. 3te umgearb. Aufl. Erster und zweiter Band, die anorganische Chemie, dritter und vierter Band die organische Chemie von Prof. Herm. Kolbe. Mit zahlreichen in d. Text eingedr. Holzschn. gr. 8. Satinirt. Velinpap. geh. In Lieferungen von 6 Bogen oder in Doppellieferungen von 12 Bog. Preis für jede Lieferung 12 Ggr. Braunschw., Fr. Vieweg u. Sohn.

Stöckhardt, Dr. J. A., Die Schule der Chemie. 7te verbesserte Aufl. Mit 290 in d. Text eingedruckt. Holzschnitten. gr. 8. Braunschw., Fr. Vieweg u. Sohn. 2 Thlr.

Regnault, Victor u. Adolph Strecker, Kurzes Lehrbuch der Chemie. In zwei Bänden. Erster Band, zweite Aufl., Anorganische Chemie. Zweiter Band, Organische Chemie von Adolph Strecker. Erster Bd. gr. 12. Mit 142 Holzschn. 2 Thlr. Zweiter Bd. gr. 12. Mit 41 Holzschnitten. 1 Thlr 12 Ggr. Braunschw., Fr. Vieweg u. Sohn.

Schloßberger, J., Lehrbuch der organischen Chemie mit besonderer Rücksicht auf Physiologie und Pathologie, auf Pharmacie, Technik und Landwirthschaft. 8. geh. Stuttgart, J. B. Müller.

Löwig, Carl, Chemie der organischen Verbindungen. gr. 8. 2 Bände. geh. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn. 11 Thlr. 8 Ggr.

Knapp. F., Lehrbuch der chemischen Technologie. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn. Erster Band 8 Thlr. Zweit. Bd. 5 Thlr. Dritter Bd. in Lieferungen á 10 Ggr.

Schubarth, E. L., Handbuch der technischen Chemie. 4te Ausgabe. gr. 8. 8 Bände. Berlin, Rücker u. Püchler. 12 Thlr.

Otto, Fr. J., Lehrbuch der rationellen Praxis der landwirthschaftl. Gewerbe. Mit 221 in den Text eingedruckten Holzschnitten. 4te durch Zusätze vermehrte Aufl. gr. 8. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn. 5 Thlr.

---

§. 1. Die **Chemie** ist die Wissenschaft derjenigen Erscheinungen, bei welchen eine wesentliche **Veränderung** der Gegenstände stattfindet, an denen die Erscheinungen wahrgenommen werden, oder die zur Hervorbringung derselben dienen.

Wenn eine Kohle oder ein Stück Holz verbrennt, eine Eisenstange rostet,

so werden diese Gegenstände in der That wesentlich verändert und es bedarf wieder einer Reihe von Erscheinungen, um jene Gegenstände in ihren ursprünglichen Zustand zurückzuführen.

Der durch die chemische Erscheinung veränderte Gegenstand hat natürlich neue Eigenschaften gewonnen, sonst würden wir ihn ja nicht verändert nennen. Es ist daher ein wichtiges Merkmal der chemischen Erscheinung, daß als Folge derselben immer ein Körper mit neuen Eigenschaften auftritt. Der am Eisen in Folge des Rostens sichtbar gewordene Rost ist sehr verschieden von dem Eisen an und für sich.

Wir werden aber die Veränderungen, die ein Körper erleidet, um so leichter bemerken, je genauer wir vorher seine Eigenschaften beobachtet haben. Die Chemie betrachtet daher zunächst die Körper an sich, sodann die an ihnen stattfindenden Veränderungen und endlich die daraus folgenden mit anderen Eigenschaften ausgestatteten Körper.

§. 2. Die Physik (§. 11) hat uns gelehrt, daß jeder Körper als aus kleinsten Theilchen bestehend gedacht wird. Untersuchen wir nun verschiedene Körper, so finden wir, daß die Theilchen, welche ihre Masse ausmachen, in den meisten Fällen von ungleicher Beschaffenheit sind.

Die Darstellung der unter dem Namen Zinnober bekannten feurigen rothen Farbe geschieht in Fabriken auf folgende Weise: 16 Gewichtstheile Schwefel werden geschmolzen, sodann nach und nach 100 Gewichtstheile Quecksilber hinzugesetzt, wodurch eine schwarze Masse entsteht. Man legt diese auf den Boden eines irdenen Kruges, der bedeckt und von unten längere Zeit stark erhitzt wird. Beim Zerschlagen des Kruges findet man nachher an seinem oberen Theile eine rothe Masse sitzend, die fein zerrieben den Zinnober darstellt. Bei sorgfältiger und gelungener Arbeit erhält man an Gewicht nahezu so viel Zinnober, als das Gewicht des angewendeten Schwefels und Quecksilbers zusammen beträgt und wir haben daher allen Grund, überzeugt zu sein, daß in dem Zinnober sich nur Schwefeltheilchen und Quecksilbertheilchen befinden.

Wenn man 116 Gewichtstheile Zinnober, mit 28 Gewichtstheilen Eisenfeile vermischt und in einer Retorte erhitzt, so erhält man in der Vorlage (S. Physik §. 129) nahezu 100 Gewichtstheile metallisches Quecksilber. In der Retorte bleibt eine schwarze Masse, deren Gewicht 44 Gewichtstheile beträgt und welche Schwefeleisen genannt wird, da sie außer den 28 Gewichtstheilen des zugesetzten Eisens die 16 Gewichtstheile Schwefel enthält, welche mit dem Quecksilber den Zinnober gebildet hatten.

Wir wissen also aus diesen beiden Versuchen, daß selbst in dem feinsten Stäubchen Zinnober zweierlei Stoffe enthalten sind, nämlich Quecksilber und Schwefel und wenn diese sich auch durch das beste Vergrößerungsglas nicht unterscheiden lassen, so können wir es doch durch das oben beschriebene Verfahren beweisen. Im Verlauf der Darstellung der chemischen Erscheinungen werden obigem Beispiele noch viele andere sich anreihen.

Es giebt also Körper, deren kleinste Theilchen von **ungleicher** Beschaffenheit sind, wir nennen sie: **zusammengesetzte** Körper.

Vergebens werden wir dagegen versuchen, durch das Zusammenschmelzen von irgend welchen Körpern Schwefel zu erhalten, wenn nicht in jenen Körpern bereits Schwefeltheilchen vorhanden waren. Ebenso wenig ist man bis jetzt im Stande gewesen, in einem Stück Schwefel andere Theilchen als Schwefeltheilchen aufzufinden. Nicht anders verhält es sich mit noch manchen Körpern. Weder durch das beste Vergrößerungsglas, noch auf irgend sonst eine Weise gelang es, im Golde, im Eisen etwas Anderes aufzufinden, als Gold- oder Eisentheilchen.

Die nur aus kleinsten Theilchen von **gleicher** Beschaffenheit bestehenden Körper werden **einfache** Körper, Grundstoffe, Urstoffe oder wohl auch **Elemente** genannt.

§. 3

Man hat bis jetzt 63 einfache Körper kennen gelernt. Von diesen sind jedoch viele von geringer Wichtigkeit, da sie in der Natur höchst selten vorkommen. Wir werden diese daher nur den Namen nach erwähnen, dagegen die häufiger vorkommenden Stoffe in der folgenden Tafel mittheilen und dieselben zugleich nach gewissen Eigenschaften ordnen.

Die meisten einfachen Stoffe sind glänzend, und diese heißen **Metalle**. Diejenigen, welchen diese Eigenschaft fehlt, werden **Nichtmetalle** (Metalloide) genannt. Sodann unterscheidet man feste, flüssige und gasförmige Stoffe und unter den Metallen solche, die eine geringe und andere, die eine bedeutende Dichte haben.

Tafel der einfachen Stoffe.

I. Nichtmetalle.			II. Metalle.					
	I *)	II.		I.	II.		I.	II.
a) gasförmige.			a) leichte.			b) schwere.		
1) Sauerstoff .	O.	8	14) Kalium .	Ka.	39	21) Eisen .	Fe.	28
2) Wasserstoff .	H.	1	15) Natrium	Na.	23	22) Mangan	Mn.	27
3) Stickstoff .	N.	14	16) Calcium .	Ca.	20	23) Kobalt . .	Co.	29
4) Chlor . .	Cl.	35	17) Barium .	Ba.	68	24) Nickel .	Ni.	29
5) Fluor (?) .	Fl.	19	18) Strontium	Sr.	43	25) Kupfer .	Cu.	31
b) flüssige.			19) Magnium	Mg.	12	26) Wismuth	Bi.	106
6) Brom . .	Br.	78	20) Alumium	Al.	13	27) Blei . .	Pb.	103
c) feste.						28) Zinn .	St.	58
7) Jod . . .	J.	127				29) Zink . .	Z.	32
8) Kohle . .	C.	6				30) Chrom .	Cr.	26
9) Schwefel .	S.	16				31) Antimon	Sb.	129
10) Phosphor .	P.	32				32) Quecksilber	Hg.	100
11) Arsen . .	As.	75				33) Silber .	Ag.	108
12) Kiesel . .	Si.	22				34) Gold .	Au.	98
13) Bor . . .	B.	10				35) Platin .	Pt.	98

*) Die Buchstaben der Reihe I. bedeuten die Zeichen der einfachen Stoffe; die Zahlen der Reihe II. geben das Gewichts-Verhältniß an, in welchem sie sich chemisch mit einander verbinden. (S. §. 15 u. 16.)

Die Namen der selteneren einfachen Stoffe sind: Beryllium, Cadmium, Cerium, Didym. Erbium, Iridium, Lanthan, Lithium, Molybdän, Niobium, Norium, Osmium, Palladium, Pelopium, Rhodium, Ruthenium, Selen, Tantal, Tellur, Terbium, Thorium, Titan, Uran, Vanadium, Wolfram, Yttrium, Zirkonium.

§. 4. *Ein einfacher Körper an und für sich erleidet durchaus keine Veränderung.* Welchen der oben genannten Stoffe wir auch wählen mögen, sobald wir ihn außer aller Berührung mit den übrigen setzen, bleibt er in seinen wesentlichen Eigenschaften immer derselbe. Schwefel kann zwar durch die Wärme geschmolzen und selbst in Dampf verwandelt werden, aber in beiden Zuständen verliert er nicht seine übrigen Eigenschaften. Ebenso wenig ist das Licht, die Elektricität, der Magnetismus für sich allein im Stande, einen einfachen Körper zu verändern.

§. 5. *Chemische Erscheinungen finden nur in Folge der Berührung von wenigstens zwei verschiedenen einfachen Stoffen Statt.* Eisen in Berührung mit feuchter Luft rostet; Schwefel und Quecksilber, zusammen erwärmt, verlieren ihre Eigenschaften vollständig, indem ein Körper mit neuen Eigenschaften, der Zinnober, zum Vorschein kommt.

§. 6. Ueber die Art und Weise, in der nun die chemischen Erscheinungen stattfinden, hat man folgende Vorstellungen gebildet:

Jeder einfache Stoff besteht aus kleinsten Theilchen, die einander vollkommen gleich sind

Fig. 1. A

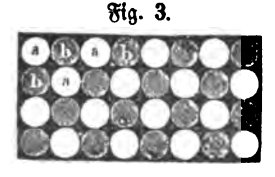
Fig. 2. B.

So besteht das Stück Schwefel A, Fig. 1., aus den kleinsten Schwefeltheilchen *a* . . . . ., und das Quecksilber B, Fig. 2, aus den Theilchen *b* . . .

Zwischen den Theilchen eines Körpers und den Theilchen eines anderen Körpers findet eine gegenseitige Anziehung Statt, die *chemische Verwandtschaft* genannt wird.

In Folge der Verwandtschaft tritt ein Theilchen des einen Körpers auf's *Unmittelbarste* zu einem Theilchen des anderen Körpers. Durch diese innige Aneinanderlagerung verschiedener Theilchen verschwinden deren besondere Eigenschaften, und es erscheint der *zusammengesetzte* Körper mit neuen Eigenschaften. So treten Fig. 3 die Schwefeltheilchen *a* mit denen des Quecksilbers *b* zusammen, und bilden die zusammengesetzten Theilchen *a b* des Zinnobers.

Fig. 3.



Die durch die chemische Anziehung vereinigten Theilchen scheinen gleichsam mit einander verbunden zu sein, weshalb ein zusammengesetzter Körper auch eine chemische *Verbindung* genannt wird. Die verschiedenen einfachen Stoffe, die er enthält, heißen Bestandtheile der Verbindung.

§. 7. Obgleich alle Körper gegenseitige Verwandtschaft zu einander haben, so findet

sie doch zwischen den verschiedenen einfachen Stoffen in sehr *ungleichem* Grade Statt, ohne daß man im Stande ist, den Grund davon einzusehen. Bringe ich z. B. Schwefel, Quecksilber und Eisen zusammen, so äußern zwar alle unter einander gegenseitige Anziehung, allein der Schwefel wird sich mit dem Eisen und nicht mit dem Quecksilber verbinden. Man bemerke deshalb den für die Folge wichtigen Schluß, daß, wenn irgend welche Stoffe mit einander in Berührung gebracht werden, sich stets zunächst diejenigen mit einander verbinden, welche die größte gegenseitige Verwandtschaft haben.

Wenn einfache Stoffe sich mit einander verbunden haben, so verbleiben sie in diesem Zustande, bis eine von außen wirkende Ursache denselben aufhebt und die verbundenen Theilchen wieder trennt. Es ist begreiflich, daß in diesem Falle der zusammengesetzte Körper mit seinen Eigenschaften verschwindet, und daß dafür seine Bestandtheile mit den ihnen eigenen Merkmalen auftreten. Man bezeichnet diese Trennung der verschiedenen Theilchen, indem man sagt: die Verbindung wird *zersetzt* oder zerlegt.

§. 8. Es giebt verschiedene Ursachen, welche eine *Zersetzung* chemischer Verbindungen veranlassen. Bei manchen ist die gegenseitige Anziehung ihrer Bestandtheile so gering, daß eine Erschütterung schon hinreicht, um eine Trennung derselben zu bewirken. So z. B. darf man nur einen leisen Schlag auf *Knallsilber* thun, um es augenblicklich zu zersetzen.

Die *Wärme* ist ebenfalls ein Zersetzungsmittel der chemischen Verbindungen. Indem sie die Körper ausdehnt und den Zusammenhang der Theilchen vermindert, wirkt sie der chemischen Anziehung geradezu entgegen und überwindet sie in vielen Fällen. Wenn gewöhnlicher Kalkstein gebrannt, d. i. geglüht wird, so wird er wesentlich verändert. Ein luftförmiger Körper, die Kohlensäure, die vorher mit ihm verbunden war, wird durch die Wärme von ihm abgeschieden. Weniger erklärlich erscheint die Zersetzung mancher Verbindungen durch das *Licht*.

Wenn durch eine chemische Verbindung ein *elektrischer Strom* geleitet wird, so vermindert derselbe die Anziehung der Theilchen in solchem Grade, daß man bis jetzt keine Verbindung kennt, die der zersetzenden Einwirkung eines starken Stromes zu widerstehen vermöchte. Wir werden hierauf näher zurückkommen.

Die *stärkere Verwandtschaft* ist dagegen die in den meisten Fällen thätige Ursache der Zersetzung chemischer Verbindungen. Erwärme ich, wie §. 2 gezeigt wurde, den aus Schwefel- und Quecksilbertheilchen (S + Hg) bestehenden Zinnober mit Eisen (Fe), so verbindet sich dieses vermöge seiner stärkeren Verwandtschaft mit dem Schwefel. Die Eisentheilchen entreißen gleichsam die Schwefeltheilchen dem Quecksilber, und das letztere wird daher aus seiner Verbindung *abgeschieden* und in *freien* Zustand gesetzt. Fig. 4 und Fig. 5.

Fig. 4.

(Fe) (S)(Hg)

Fig. 5.

(Fe)(S) (Hg)

So oft wir uns also der chemischen Verwandtschaft

zur Zersetzung einer Verbindung bedienen, erhalten wir auf der einen Seite eine neue Verbindung, während ein Bestandtheil der früheren frei wird.

§. 9. Wir wollen diesen Gegenstand nicht verlassen ohne einige Betrachtungen anzustellen, die von großer Bedeutung für die Gesammtanschauung der Natur und insbesondere der Erde und ihres Bereiches sind.

Die Erde sammt ihrer Atmosphäre bildet ein aus einer gewissen Anzahl einfacher Stoffe bestehendes Ganzes. Diese Stoffe sind in sehr ungleichen Mengen und meistens nur in gegenseitigen Verbindungen vorhanden. Sie bilden auf diese Weise die unendliche Mannichfaltigkeit der Gegenstände um uns her. Denn gleichsam wie wir mit den wenigen Zeichen des Alphabets durch veränderte Zusammenstellung eine unendliche Anzahl von Wörtern der verschiedensten Sprachen zu bilden vermögen, so stellen dieselben Stoffe, in verschiedenen Gruppen vereinigt, Alles ohne Ausnahme dar, was nur als ein Theil der Materie in irgend einer Form und Weise wahrnehmbar ist.

Von der zur Erde gehörigen Materie verliert dieselbe nicht ein einziges Theilchen. Wenn wir tausend Centner Holz verbrennen, so verändern wir dadurch nur die Art, in welcher die Bestandtheile des Holzes verbunden waren. Statt zu festem und sichtbarem Holze ordnen sich während des Verbrennens die Theilchen seiner Bestandtheile zu neuen, gasförmigen und deshalb unsichtbaren Verbindungen, sie verschwinden aber nicht aus dem Weltraum, selbst nicht einmal aus dem Bereich der Erde. Ja wir werden in der Lehre von der Ernährung der Pflanzen nachweisen, wie dieselben jetzt in gasförmiger Verbindung in die Luft übergegangenen Bestandtheile des verbrannten Holzes wieder in derjenigen Weise vereinigt werden können, daß sie in der Form von Holz sich darstellen.

§. 10. Nicht ein einziges Theilchen der Materie kann daher vernichtet werden, aber ebenso wenig sind wir im Stande, ein solches Theilchen hervorzubringen, zu schaffen. Wenn daher von der Bereitung oder Darstellung eines Körpers die Rede ist, so kann dies natürlich nichts anderes heißen, als diesen Körper aus einer chemischen Verbindung, in welcher er bereits vorhanden ist, abscheiden, oder denselben aus seinen gegebenen Bestandtheilen zusammensetzen.

Ein Schwefeltheilchen bleibt ewig und unvertilgbar stets dasselbe Schwefeltheilchen, und nur indem es chemisch mit Theilchen anderer Körper sich verbindet, verschwindet es als solches für unsere sinnliche Wahrnehmung. Aber sogleich tritt es mit seiner vollen Eigenthümlichkeit wieder hervor, wenn wir es aus seinen Verbindungen befreien.

§. 11. Die chemische Verwandtschaft äußert sich nicht unter allen Umständen zwischen den verschiedenen Stoffen thätig. Ja es giebt Körper, die bei großer gegenseitiger Verwandtschaft doch Jahre lang mit einander in Berührung bleiben können, ohne sich zu verbinden.

Das wesentlichste Hinderniß der Aeußerung chemischer Anziehung ist der Zusammenhang. Denn diese Kraft, welche die einzelnen Theilchen des einfachen Körpers zusammenhält, wirkt ja geradezu der Verwandtschaft entgegen,

in Folge deren jene Theilchen ihren Zusammenhang verlieren und mit den Theilchen eines anderen Körpers sich vereinigen müssen. Je größer daher der Zusammenhang zweier Körper ist, um so weniger leicht werden sie in der Regel eine chemische Verbindung mit einander eingehen.

Alle Ursachen, welche den Zusammenhang der Körper vermindern, befördern ihre Fähigkeit, sich chemisch mit einander zu verbinden. Deshalb ist es die Wärme, welche in außerordentlich vielen Fällen als Beförderungsmittel der Verwandtschaft zu Hülfe gezogen wird. Denn indem sie die Körper flüssig macht, erhalten ihre Theilchen die leichte Beweglichkeit, vermöge welcher sie der chemischen Anziehung folgen und zu den Theilchen eines anderen Körpers sich begeben können.

Flüssige Körper, bei welchen diese Bedingung an und für sich schon erfüllt ist, eignen sich daher in hohem Grade zur chemischen Verbindung, und wir werden sehen, daß besonders das Wasser ein vortreffliches Mittel ist, andere Körper in den flüssigen Zustand zu versetzen, d. i. aufzulösen, wodurch sie die erforderliche Beweglichkeit ihrer Theilchen erhalten.

§. 12. Die Gase, als Körper, deren Theilchen durchaus keinen Zusammenhang besitzen, sollten demnach der chemischen Anziehung vorzugsweise folgen und am leichtesten zu Verbindungen sich vereinigen. Auffallender Weise ist dies viel weniger der Fall, als man erwarten dürfte, denn wenn z. B. Sauerstoff und Wasserstoff, oder Chlor und Wasserstoff mit einander in Berührung kommen, so verbinden sich diese Körper unter den gewöhnlichen Umständen nicht mit einander. Und dennoch haben sie gegenseitig eine sehr starke Verwandtschaft und ihre Theilchen besitzen keinen Zusammenhang, denn jene Körper sind gasförmig. Es scheinen daher bei den Gasen die Theilchen zu weit von einander entfernt zu sein, als daß die chemische Anziehung hinreichend stark ihre Wirkung zwischen denselben zu äußern vermöge. In der That werden die meisten Verbindungen, welche einen gasförmigen Körper enthalten, durch höhere Wärmegrade zersetzt, weil mit der Wärme die Spannkraft des Gases zunimmt, durch welche die chemische Anziehung endlich überwunden wird. Wir sehen also, daß dieselbe Ursache, nämlich die Wärme, unter gewissen Umständen ein Hülfsmittel der Verwandtschaft ist, in anderen aber derselben geradezu entgegenwirkt und sie zuletzt aufhebt.

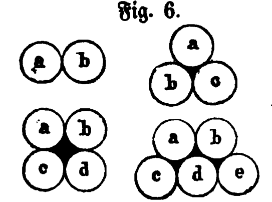
Die verschiedenen Verbindungsarten.

§. 13 Wir haben seither angenommen, daß eine chemische Verbindung immer aus je einem Theilchen des einen und je einem Theilchen eines anderen einfachen Körpers bestehe. Obgleich hieraus schon eine große Mannichfaltigkeit von Verbindungen gefolgert werden kann, so ist dieses doch nicht die einzig mögliche Verbindungsweise. In sehr vielen chemischen Verbindungen sind drei, in anderen vier und in einigen fünf verschiedene Theilchen mit einander vereinigt.

Beispiele, wo eine größere Anzahl verschiedener einfacher Stoffe zu einer chemischen Verbindung sich vereinigen, sind selten.

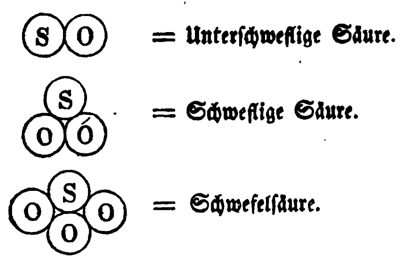
Wollten wir uns diese Verbindungen gleichsam bildlich vorstellen, so würde Fig. 6 zusammengesetzte oder vielmehr gruppirte Theilchen vorstellen, welche aus 2, 3, 4, 5 einfachen Theilchen gebildet sind. Es ist zu bemerken, daß bei weitem die größte Anzahl der chemischen Verbindungen nur aus zwei- oder dreierlei verschiedenen Theilchen besteht. Weniger zahlreich sind solche, die vier oder fünf einfache Stoffe enthalten.

Fig. 6.



Man würde jedoch irren, wollte man durch die angeführten Verbindungsweisen die Mannichfaltigkeit im Zusammentreten der einfachen Stoffe schon als abgeschlossen ansehen. Ein gleichsam unendliches Reich von Verbindungen eröffnet sich unseren Augen durch die Fähigkeit der Theilchen, sich nicht nur paarweise, sondern in mehreren Verhältnissen chemisch mit einander zu vereinigen. So kann sich ein Theilchen a nicht nur mit einem Theilchen b, sondern auch mit $2b$, $3b$, $4b$, nb verbinden. Ferner können mehrere Theilchen von a sich mit mehreren Theilchen von b verbinden: z. B. $2a$ mit $3b$, $5b$, $7b$... Ja von drei, vier oder fünf verschiedenen Stoffen finden wir häufig mehrere Theilchen von jedem derselben zu einer chemischen Verbindung gruppirt. Es wird die Vorstellung über diesen Gegenstand erleichtern, wenn wir auch hier solche Gruppen bildlich darzustellen und an Beispielen nachzuweisen versuchen.

So bilden der Schwefel S und der Sauerstoff O die folgende Verbindungsreihe:



Leicht wird man jetzt verstehen, was unter dem Ausdruck der verschiedenen Verbindungsstufen der Körper gemeint ist. Ein Blick auf die obige Reihe zeigt uns, warum die schweflige Säure die niedere und die Schwefelsäure eine höhere Stufe der Verbindung des Schwefels mit Sauerstoff genannt wird.

Viel schwieriger ist es dagegen, sich solche Gruppen eines zusammengesetzten Körpers vorzustellen, die wir uns aus mehreren Theilchen von drei oder vier verschiedenen Stoffen gebildet denken müssen. Indem wir hierauf erst in der Folge näher eingehen, bemerken wir als Beispiel, daß ein kleinstes Theilchen

Zucker als eine Gruppe von 6 Theilchen Kohle, 5 Theilchen Wasserstoff und 5 Theilchen Sauerstoff zu betrachten ist.

§. 14. Ein zusammengesetzter Körper kann sich mit einem zweiten, ebenfalls zusammengesetzten verbinden, und es entstehen auf diese Weise die Verbindungen der zweiten Ordnung. So verbindet sich die Schwefelsäure mit dem Kali und bildet das schwefelsaure Kali. Wenn verschiedene Verbindungen der zweiten Ordnung sich wieder unter einander verbinden, so entstehen die der dritten Ordnung, wovon der Alaun ein Beispiel ist. Die letzteren Verbindungen sind jedoch ziemlich selten und im Verlauf der Beschreibung der chemischen Verbindungen selbst, erlangen wir allmälig auch eine deutlichere Vorstellung von denselben.

§. 15. Zur leichteren Bezeichnung der Verbindungen hat man die chemischen Zeichen eingeführt, die eine große Bequemlichkeit darbieten. Es wurden hierzu die Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen der einfachen Stoffe gewählt, wie sie §. 3 auf der Tafel in der Reihe I. angegeben sind.

Es bedeutet demnach der Buchstabe S in der Chemie ein kleinstes Theilchen Schwefel; O ein Theilchen Sauerstoff; Hg ein Theilchen Quecksilber u. s. w. Wenn ich nun die Zeichen HgS neben einander setze, so bedeutet dies ebenso die chemische Verbindung von Schwefel mit Quecksilber, welche man Zinnober nennt, als ob ich, wie im §. 8, ein Quecksilber- oder ein Schwefeltheilchen (S)(Hg) mit einander verbunden darstelle. HgO ist die Verbindung von einem Theilchen Quecksilber mit einem Theilchen Sauerstoff (Quecksilberoxyd); SO_2 ist die Verbindung von einem Schwefel- mit zwei Sauerstofftheilchen (schweflige Säure); SO_3 bezeichnet die höhere Verbindungsstufe des Schwefels mit Sauerstoff (die Schwefelsäure), welche aus einem Theilchen Schwefel und drei Theilchen Sauerstoff besteht u. s. w.

§. 16. Die einfachen Stoffe verbinden sich mit einander in bestimmten, unveränderlichen Gewichtsverhältnissen. Die im §. 3 mitgetheilte Uebersicht der einfachen Stoffe enthält in der Reihe II. die Zahlen, welche jene Gewichtsverhältnisse ausdrücken. Sie sind das Ergebniß vieler mit der größten Mühe und Sorgfalt angestellter Versuche, und werden auch chemische Aequivalente, Mischungsgewichte, Atomgewichte der Körper genannt.

Die Ursache dieser Verbindungsweise in bestimmten Gewichtsverhältnissen beruht nach der von uns §. 6 überhaupt zu Grunde gelegten Vorstellungsweise darauf, daß die kleinsten Theilchen der Körper selbst, bestimmte, von einander sehr abweichende Gewichte haben. Demnach drücken jene Zahlen die Gewichte eines kleinsten Theilchens jedes einfachen Stoffes aus.

Wenn sich folglich ein Theilchen Schwefel, das 16 Gewichtstheile wiegt, mit einem kleinsten Theilchen Quecksilber, das 100 Gewichtstheile wiegt, verbindet, so bekomme ich 116 Gewichtstheile Zinnober. In der That zersetze ich z. B. 116 Loth Zinnober in seine Bestandtheile, so erhalte ich 16 Loth Schwefel und 100 Loth Quecksilber. Da das Wasser aus 1 Theilchen Sauerstoff, das 8 wiegt,

und 1 Theilchen Wasserstoff, das 1 wiegt, besteht, so müssen beide mit einander verbunden 9 Gewichtstheile Wasser darstellen. Vorausgesetzt, daß ich reines Wasser nehme, so werde ich jederzeit in 9 Loth desselben 8 Loth Sauerstoff und 1 Loth Wasserstoff finden.

Setze ich daher das Zeichen S, so bedeutet dies ein Theilchen Schwefel, welches 16 wiegt; Hg ein Theilchen Quecksilber, das 100 wiegt, und Hg S bezeichnet die 116 wiegende Verbindung von beiden.

Die chemischen Zeichen gewähren daher doppelten Vortheil, indem sie nicht allein dienen, um anzuzeigen, aus welchen und aus wie vielen Theilchen eine Verbindung zusammengesetzt ist, sondern auch in welchen Gewichtsverhältnissen die Bestandtheile in derselben enthalten sind. Erläutern wir dies noch durch einige Beispiele: Hg O, gleich Quecksilberoxyd, sagt nicht nur, daß diese Verbindung aus 1 Theilchen Quecksilber und 1 Theilchen Sauerstoff besteht, sondern auch, daß 100 Gewichtstheile des ersteren mit 8 Gewichtstheilen des letzteren zu 108 Gewichtstheilen verbunden sind. SO_3 bezeichnet die Schwefelsäure als eine Verbindung von 1 Theilchen Schwefel mit 3 Theilchen Sauerstoff, oder von 16 Gewichtstheilen Schwefel mit 3mal 8 Gewichtstheilen Sauerstoff, was zusammen 40 Gewichtstheile ausmacht.

Weiß ich aber einmal durch jene Zeichen, daß in 116 Gewichtstheilen Zinnober 16 Schwefel und 100 Quecksilber enthalten sind, so kann ich daraus mit Leichtigkeit berechnen, wie viel von diesen einfachen Stoffen in 100, oder in 30, kurz in jeder beliebigen Gewichtsmenge Zinnober enthalten sind. Gesetzt, ich sollte 100 Pfund Zinnober bereiten, wie viel Pfund Schwefel und Quecksilber sind hierzu erforderlich? —

1) Die gesuchte Menge Schwefel x verhält sich zu 100, wie 16 zu 100; oder:

$$x : 100 = 16 : 116; \text{ daher } x = \frac{100 \times 16}{116} = 13{,}7.$$

2) Die gesuchte Menge Quecksilber y verhält sich zu 100, wie 100 zu 116; also:

$$y : 100 = 100 : 116; \text{ daher } y = \frac{100 \times 100}{116} = 86{,}3.$$

Zu 100 Pfund Zinnober brauche ich daher 13,7 Pfund Schwefel und 86,3 Pfund Quecksilber. Diese Zahlen drücken aus, wie viel Procente Schwefel und Quecksilber in 100 Gewichtstheilen Zinnober enthalten sind.

Die Kenntniß der Verhältnißzahlen, in welchen die einfachen Stoffe sich verbinden, bietet noch andere Vortheile dar. Es sind mir z. B. 30 Pfund Quecksilber gegeben, und ich will wissen, wie viel Zinnober ich erhalte, wenn dasselbe mit Schwefel verbunden wird?

Es verhält sich dann die gesuchte Menge Zinnober x, zu der gegebenen Menge Quecksilber 30, wie 116 : 100. Folglich:

$$x : 30 = 116 : 100; \text{ daher } x = \frac{30 \times 116}{100} = 34{,}8.$$

Wenn die Verbindung richtig ausgeführt wird, so muß ich bei Anwendung von 30 Pfund Quecksilber 34,8 Pfund Zinnober erhalten. Hierzu bedarf ich 4,8 Pfund Schwefel. Nehme ich weniger von diesem, so wird nicht alles Quecksilber zu Zinnober mit Schwefel verbunden. Verwende ich mehr als 4,8 Pfund Schwefel, so verbindet sich dieser überschüssige Schwefel nicht mit Quecksilber, sondern er bleibt entweder mit dem gebildeten Zinnober vermengt oder er verflüchtigt sich beim Erhitzen desselben. Nur derjenige, welcher dieser bestimmten Verbindungsverhältnisse der Körper ganz unkundig ist, kann behaupten, daß man mit 30 Pfd. Quecksilber mehr als 34,8 Pfd. Zinnober darstellen kann. Es ist dieses ebenso unmöglich, als durch die Addition von 30 und 4 die Zahl 40 erhalten zu wollen.

Mehrere neben einander gestellte, eine chemische Verbindung bezeichnende Buchstaben werden eine chemische Formel genannt, deren Verständniß nach Erläuterung des Vorhergehenden keine besondere Schwierigkeit darbieten kann. Die Formel SO_3 bezeichnet uns daher die folgende

Zusammensetzung der Schwefelsäure.

Formel.		Anzahl der Theilchen.	Bestandtheile.		Verbindungs-Verhältniß.	Gewichts-Procente.
S	=	1	Schwefel	=	16	40
O_3	=	3	Sauerstoff	=	24	60
SO_3	=	1 Theilchen	Schwefelsäure	=	40	100

Allgemeine Eigenschaften der chemischen Verbindungen.

§. 17 Indem wir hier der allgemeinen Eigenschaften der chemischen Verbindungen gedenken, verstehen wir darunter nicht diejenigen, welche in der Physik (§. 6) als allgemeine Eigenschaften der Körper überhaupt angeführt worden sind. Wir wollen, im Gegentheil, ihre allgemeinsten chemischen Eigenschaften bezeichnen, also namentlich die Art und Weise, wie sie sich gegen andere Körper verhalten, ob und welche Veränderungen sie an diesen hervorrufen.

Schon sehr frühe hat man in dieser Hinsicht dreierlei Verbindungen unterschieden, die sich ziemlich leicht erkennen lassen, nämlich die Säuren, die Basen und die neutralen Körper.

Säuren sind chemische Verbindungen, die einen sauren Geschmack haben, blaue Pflanzenfarben (z. B. die Veilchen, die Iris) roth färben, und welche diese Eigenschaften verlieren, wenn sie mit einer hinreichenden Menge einer Verbindung der folgenden Klasse zusammengebracht werden.

Die Basen (von Basis, Grundlage) zeichnen sich auch durch einen besonderen, den sogenannten basischen, alkalischen oder laugenartigen Geschmack aus. So hat z. B. die durch Uebergießen eines Gemenges von Holzasche und

Kalk mit Wasser gewonnene Lauge diesen eigenthümlichen Geschmack in merklichem Grade. Die blauen Pflanzenfarben werden von den Basen grün gefärbt. Aber, was besonders merkwürdig ist, die durch Säuren gerötheten Pflanzenfarben erhalten durch die hinreichende Menge einer Base ihre blaue Farbe wieder. Giebt man dagegen den Basen Gelegenheit, sich mit den Säuren zu verbinden, so verlieren sie vollkommen ihre basischen Eigenschaften.

Zu bemerken ist jedoch, daß es viele Säuren und Basen giebt, welchen die angeführten Eigenschaften entweder nur zum Theil oder nur in geringem Grade zukommen. Unlösliche Säuren, wie die Kieselsäure, und unlösliche Basen, wie die schweren Metalloxyde, haben keinen Geschmack und verändern keine Pflanzenfarben. Starke Säuren und Basen pflegt man diejenigen zu nennen, welche die angeführten Eigenschaften in ausgezeichnetem Grade besitzen.

Wir sehen also in den Säuren und Basen gleichsam Körper mit entgegengesetzten Eigenschaften, die in Folge großer wechselseitiger Verwandtschaft sich mit einander verbinden, wodurch jedoch beide ihre ausgezeichneten Eigenschaften einbüßen, indem zugleich neue Körper gebildet werden, die weder sauer noch basisch sind, und die man Salze nennt.

Neutral nennen wir nun einen solchen, weder sauer noch basisch sich verhaltenden Körper. Aber die Salze sind nicht die einzigen neutralen Verbindungen. Es giebt deren noch eine außerordentliche Menge, namentlich dem Pflanzen- und Thierreich entnommene, wie z. B. der Zucker, der Weingeist, das Eiweiß u. s. w., und diese letzteren sind es, die auch mit dem Namen der indifferenten Stoffe bezeichnet werden, weil sie in ihrem Verhalten zu anderen Stoffen keine ausgezeichnete Thätigkeit oder kräftige Verwandtschaft äußern.

---

§. 18. Wir müssen jedoch unsere Betrachtung allgemein chemischer Verhältnisse beschränken, um nicht verwirrt zu werden, bevor wir zur Aufzählung und Beschreibung des Einzelnen übergehen. Nur möge noch auf den Unterschied zwischen einem Gemenge oder Gemische verschiedener Stoffe und einer chemischen Verbindung derselben hingewiesen werden, aus deren Verwechslung häufig Irrthümer entstehen. Wenn verschiedene Stoffe auch noch so innig unter einander gemengt werden, so kann man entweder mit bloßem Auge oder mit Hülfe des Vergrößerungsglases doch leicht jene verschiedenen Stoffe frei neben einander liegend sehen, was niemals der Fall ist, wo die kleinsten Theilchen der Körper sich chemisch angezogen und gruppirt haben. Werden Flüssigkeiten oder Gase mit einander vermengt, so ist freilich eine Unterscheidung derselben durch das Gesicht nicht möglich. Alsdann aber läßt sich die Mischung daran erkennen, daß in derselben jeder ihrer Bestandtheile seine Eigenschaften beibehalten hat, während dies bekanntlich bei chemischen Verbindungen nicht der Fall ist.

Eintheilung.

§. 19 Man hat von jeher die chemischen Erscheinungen in **zwei** Hauptheile gesondert. Des Grundsatzes, von welchem diese Abtheilung ausging, ist man freilich erst später klar bewußt geworden. Er besteht in sehr natürlicher Weise darin, daß man zuerst die **einfacheren** und nachher die mehr **verwickelten** Verbindungen betrachtet, denn man darf nur der in §. 13 angedeuteten Beispiele sich erinnern, um den Unterschied in der Zusammensetzungsweise des Zinnobers und Eisenoxydes im Vergleich mit der des Zuckers einzusehen.

Wir theilen daher die Chemie in zwei Hauptabschnitte, wovon der erstere die Verbindungen der einfachen Gruppen, und der zweite die Verbindungen der zusammengesetzten Gruppen enthält.

Die letzteren Verbindungen sind mit wenig Ausnahmen solche, die entweder in Pflanzen oder Thieren angetroffen oder aus Stoffen, die denselben entnommen sind, dargestellt werden. Deshalb wird der zweite Theil der Chemie auch häufig unter dem Namen der **organischen**, oder der Pflanzen- und Thierchemie bezeichnet, im Gegensatz zum ersten Theil, der **unorganische** Chemie genannt wird.

Ueber die weitere Anordnung des Inhalts dieses Zweiges der Naturwissenschaft mag die folgende Tafel eine vorläufige Uebersicht gewähren.

A. Verbindungen der einfachen Gruppen. (**Unorganische Chemie.**)	B. Verbindungen der zusammengesetzten Gruppen. (**Organische Chemie.**)
I. **Einfache Stoffe und ihre Verbindungen.** 1) Nichtmetalle. 2) Metalle.	I. **Zusammengesetzte Radikale und ihre Verbindungen.** 1) Säuren. 2) Basen. 3) Indifferente Stoffe.
II. **Eigenthümliche Zersetzungen dieser Verbindungen.** 1) Durch Elektricität. 2) Durch Licht.	II. **Eigenthümliche Zersetzungen dieser Verbindungen.** 1) Freiwillige Zersetzung. 2) Trockne Destillation.

15*

A. Verbindungen der einfachen Gruppen.

(Unorganische Chemie.)

---

§. 20. Wir werden in diesem Abschnitte die einfachen Stoffe an und für sich und diejenigen ihrer Verbindungen kennen lernen, die eine weniger verwickelte Zusammensetzung haben. Man findet diese Körper theils in der Natur gebildet, als Minerale, theils werden sie künstlich hervorgebracht oder dargestellt (§. 10) und in diesem Falle chemische Präparate genannt. Da die Zusammensetzung der hierher gehörigen Verbindungen ziemlich einfach ist, so lassen sich in den meisten Fällen die Zersetzungen derselben, sowie die dabei gebildeten neuen Producte leicht überblicken und vorherbestimmen.

I. Einfache Stoffe und ihre Verbindungen.

§. 21. Man kennt bis jetzt 63 einfache Stoffe, und da seither fast in jedem Jahre durch neue Entdeckungen ihre Anzahl vermehrt wurde, so sind wir über die Gränze derselben vollkommen in Ungewißheit. Es ist wohl die Meinung ausgesprochen worden, daß diese bis jetzt als einfach betrachteten Stoffe ebenfalls zusammengesetzt seien, und daß es nur eine geringe Anzahl eigentlicher Elemente oder Grundstoffe gebe. Aber noch ist es nicht im Entferntesten gelungen, irgend einen jener Stoffe weiter zu zerlegen, und so lange dies nicht der Fall ist, müssen wir sie für einfach halten. Viele derselben sind so außerordentlich selten auf der Erde und ihrer Rinde verbreitet, daß mancher Chemiker dieselben niemals zu Gesicht bekommt. Es ist möglich, daß im Innern der Erde größere Massen dieser Körper sich befinden mögen. Wir übergehen dieselben, da sie den gewöhnlichen Erscheinungen gänzlich fremd bleiben.

a. Nichtmetalle.

§. 22. Hierher gehören: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Phosphor, Arsen, Kohle, Kiesel, Bor.

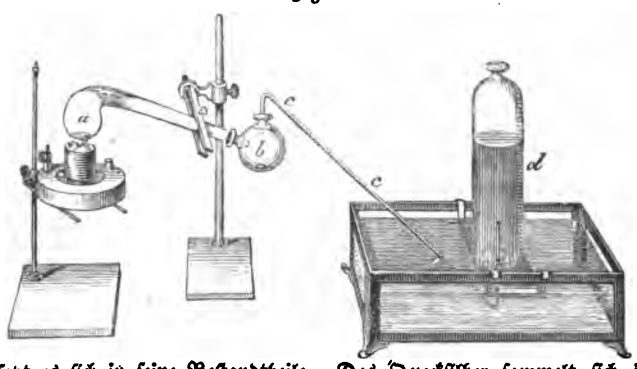
1. Sauerstoff.

Oxygenium; O = 8; Dichte = 1,1026.

Den Sauerstoff trifft man in der Natur mit anderen Stoffen entweder verbunden, oder doch vermengt an. Aus mehreren seiner Verbindungen kann er

leicht in reinem Zustande mittels der Wärme abgeschieden werden. Wenn z. B. in der kleinen Retorte *a* (Fig. 7) Quecksilberoxyd (= Hg O) erhitzt wird,

Fig. 7.



so zersetzt es sich in seine Bestandtheile. Das Quecksilber sammelt sich in dem Kolben *b*, während der gasförmige Sauerstoff durch das Glasrohr *c* in den mit Wasser gefüllten, mit der Oeffnung nach unten gerichteten und in Wasser eingetauchten Cylinder *d* tritt. Für jede eintretende Gasblase fließt eine entsprechende Menge von Wasser aus, bis endlich das cylinderförmige Glasgefäß ganz mit Sauerstoff angefüllt ist. Einer ähnlichen Vorrichtung bedient man sich überhaupt im Allgemeinen, um Gase aufzufangen.

Sehr rein und auf bequeme Weise erhält man dasselbe Gas durch Erhitzen von chlorsaurem Kali ($Cl O_5 + Ka O$) in einem Retörtchen; oder durch Glühen des Braunsteins (Manganüberoxyd $= Mn O_2$) in einem Flintenlauf

Alle grünen Pflanzentheile sondern im Sonnenlicht Sauerstoff aus. Bringt man einen noch mit der Pflanze zusammenhängenden beblätterten Zweig, oder eine Partie frischer Blätter, wie Fig. 8, unter einem mit Wasser gefüllten und verstopften Trichter in's Sonnenlicht, so sammeln sich in dessen Spitze nach und nach kleine Luftbläschen, die reines Sauerstoffgas sind. Man hatte ferner die Beobachtung gemacht, daß gewisse kleine lebende Organismen, die man für Infusionsthiere hielt, ebenfalls Sauerstoff absondern, und dadurch einen auffallenden Gegensatz zu allen übrigen Thieren bilden, indem diese Kohlensäure ausathmen. Durch die neuere Entdeckung, daß jene Organismen pflanzlicher Natur sind, hört jedoch diese Thatsache auf, eine außerordentliche zu sein.


Fig. 8.



Der Sauerstoff ist ein Gas, ebenso geruch- und farblos, wie die uns umgebende Luft. Er unterscheidet sich von derselben jedoch leicht durch die außerordentliche Lebhaftigkeit, mit welcher angezündete Körper in demselben brennen. Taucht man z. B. in den mit Sauerstoff gefüllten Cylinder einen nur kaum glimmenden Spahn, so entflammt er augenblicklich und brennt auf's Lebhafteste

weiter. Phosphor verbrennt mit blendend weißem, dem Sonnenglanz gleichen, der Schwefel mit schön blauem Licht. Kohle und dünne Stahlstreifen, die am Ende glühend gemacht und dann in jenes Gas gesteckt werden, verbrennen vollständig, indem sie herrliche Funken umhersprühen.

Diese Erscheinungen beruhen auf der großen Verwandtschaft des Sauerstoffs zu jenen Stoffen. Das Verbrennen selbst ist daher nichts Anderes, als ein Verbinden derselben mit Sauerstoff, in deren Folge bei den obenangeführten Versuchen Kohlensäure (CO_2), schweflige Säure (SO_2), Phosphorsäure (PO_5) und Eisenoxyd (Fe_2O_3) entstehen.

Da bei weitem die meisten Minerale Sauerstoff enthalten, da er 30 bis 50 Procent von der Masse der Pflanzen- und Thierkörper ausmacht und endlich in je 9 Pfund Wasser 8 Pfund, also $^8/_9$ seines Gewichts Sauerstoff enthalten sind, so ist er nicht nur einer der verbreitetsten, sondern auch in größter Menge vorhandenen Körper. Man darf wohl annehmen, daß er ein Drittel der bekannten Erdmasse ausmacht.

Noch ist es wesentlich, zu bemerken, daß die Hauptmasse der Atmosphäre ein Gemenge (§. 18) von Sauerstoff mit einem anderen Gase, dem Stickstoff, ist. In je 5 Maß Luft ist 1 Maaß Sauerstoff enthalten, weshalb er $^1/_5$ der ganzen Atmosphäre beträgt.

Es folgt hieraus die wichtige Thatsache, daß alle in der Luft befindlichen Stoffe dem Einfluß des in ihr enthaltenen Sauerstoffs ausgesetzt sind, der vermöge seiner Verwandtschaft beständig dahin strebt, mit denjenigen Stoffen, die noch nicht oder nur zum Theil mit Sauerstoff verbunden sind, chemische Verbindungen einzugehen. Dieser Stoff ist daher die Ursache einer Menge immerwährend um uns und in uns vorgehender chemischer Erscheinungen. Sind die Umstände besonders günstig, so geht die chemische Verbindung mit solcher Heftigkeit vor sich, daß dabei sehr viel Wärme und endlich Licht entwickelt wird, oder diejenige Erscheinung eintritt, die man eine **Verbrennung** nennt. Aber in bei weitem den meisten Fällen geht die Sauerstoffverbindung allmäliger und ohne Feuererscheinung vor sich. Es wird alsdann zwar auch Wärme entwickelt, allein sie vertheilt sich auf eine längere Zeit und wird dadurch weniger fühlbar. Der Rost des Eisens, der Grünspan am Kupfer, die Gährung, die Fäulniß, das Verwesen, Vermodern, Verwittern, das Athmen der Menschen und Thiere, — Alles dieses sind Erscheinungen, deren nächste Ursache der Sauerstoff ist. Bei allen entstehen neue Sauerstoffverbindungen und keine derselben kann stattfinden, wenn man den Sauerstoff ausschließt, ebenso wenig als ohne Anwesenheit der sauerstoffhaltigen Luft ein Körper verbrennen kann.

§. 23. Das Verbinden mit Sauerstoff wird auch **Oxydation** genannt. **Oxydiren** heißt daher mit Sauerstoff verbinden und **Oxyd** so viel als Sauerstoffverbindung. Da der Sauerstoff mit den meisten übrigen Stoffen in mehreren Verhältnissen sich verbindet, so unterscheidet man verschiedene **Oxydationsstufen**, die durch besondere Namen bezeichnet werden, wie dies die folgenden Beispiele erkennen lassen.

Die Nichtmetalle bilden mit Sauerstoff vorzugsweise saure, die Metalle vorzugsweise basische Oxyde Unter dem Radikal einer Sauerstoffverbindung versteht man ganz allgemein irgend einen mit Sauerstoff verbundenen Korper. So ist der Schwefel das Radikal der Schwefelsäure, SO_3.

Die allgemeinen Eigenschaften der Sauerstoffverbindungen geben wir am zweckmäßigsten in Form der folgenden Tafel:

Uebersicht der Sauerstoffverbindungen.

1. Basen.

	Stufe.	Beispiel.	Formel.	Allgemeine Eigenschaften.
	a. Suboxyd.			
1.	Das Oxydul	Eisenoxydul. Manganoxydul. Quecksilberoxydul.	FeO MnO Hg_2O	Schwache Basen; werden von den meisten Oxyden aus ihren Verbindungen ausgeschieden; nehmen aus der Luft begierig Sauerstoff auf u. verwandeln sich in Oxyde.
	b. Oxydulorxyd.			
2.	Das Oxyd.	Eisenoxyd. Manganoxyd. Kupferoxyd. Bleioxyd. Quecksilberoxyd. Kaliumoxyd. Natriumoxyd.	Fe_2O_3 Mn_2O_3 CuO PbO HgO KaO NaO	Starke Basen; häufig ätzend; gehen für sich an der Luft nicht in höhere Oxydationsstufen über. Die Oxyde der schweren Metalle sind in Wasser unlöslich.
3.	Das Ueberoxyd.	Manganüberoxyd. Bleiüberoxyd.	MnO_2 PbO_2	Weder sauer noch basisch; zersetzen sich beim Erhitzen in Sauerstoff und in Oxyd.

2. Säuren.

	Stufe.	Beispiel.	Formel.	Allgemeine Eigenschaften.
	c. Unterste Stufe.	Unterschweflige Säure.	S_2O_2	
1.	Untere Stufe.	Schweflige Säure. Salpetrige Säure. Chlorige Säure. Phosphorige Säure.	SO_2 NO_3 ClO_3 PO_3	Schwache Säuren; werden von den meisten Säuren der folgenden Stufe aus ihren Verbindungen ausgeschieden; nehmen aus der Luft Sauerstoff auf u. verwandeln sich in Säuren der folg. Stufe.
	d. Zwischenstufe.	Unterschwefelsäure.	S_2O_5	
2.	Mittlere Stufe.	Schwefelsäure. Salpetersäure. Chlorsäure. Phosphorsäure. Mangansäure.	SO_3 NO_5 ClO_5 PO_5 MnO_3	Starke Säuren; häufig ätzend; an der Luft meist unveränderlich; beim Erwärmen zersetzen sich manche wie die folgenden.
3.	Höchste Stufe.	Ueberchlorsäure. Uebermangansäure.	ClO_7 Mn_2O_7	Schwächere Säuren als die vorhergehenden; zersetzen sich beim Erhitzen leicht in Sauerstoff und eine niedere Orydationsstufe.

§. 24. Außer diesen 6 Hauptorydationsstufen finden wir bei manchen Stoffen noch Zwischenstufen, wie z. B. die unter c. und d. angeführte unterschweflige Säure S_2O und Unterschwefelsäure S_2O_5, die in der Regel schwächere, leichter zersetzbare Säuren sind. Aehnlich finden wir bei den Metalloryden unter a. und b. das Suboryd und Orydul-oryd, die keinen besonders ausgesprochenen chemischen Charakter haben.

Obgleich die Nichtmetalle mit Sauerstoff vorzugsweise **Säuren** bilden, so giebt es doch einige niedere Oryde derselben, die weder sauer noch basisch sind, wie z. B. Wasser HO, Stickstofforyd NO, Kohlenoryd CO u. a. m. Auf der

anderen Seite finden wir, daß, während die meisten Metalloxyde Basen sind, doch einige höhere Oxyde derselben ganz als Säuren sich verhalten, wie Mangansäure MnO_3, Chromsäure CrO_3, Antimonsäure SbO_5 u. s. w.

Wie man sieht, bestimmt nicht die Anzahl der mit dem Radikal verbundenen Sauerstofftheilchen, sondern die chemische Eigenschaft den Namen und die Stellung der Oxyde, denn es hat z. B. die Schwefelsäure nur drei Sauerstofftheilchen und ist eine stärkere Säure, als die Salpetersäure, die deren fünf enthält.

§. 25. Man war lange Zeit der Meinung, der Sauerstoff sei gleichsam ein säurebildendes Princip, und von dieser Vorstellung hat er auch seinen Namen erhalten. Seitdem man jedoch weiß, daß es auch sehr starke Säuren giebt, die keinen Sauerstoff enthalten und daß derselbe mit den Metallen die stärksten, den Säuren gerade entgegengesetzten Basen bildet, hat jene Benennung ihre Bedeutung verloren. Uebrigens unterscheidet man unter dem Namen der Sauerstoffsäuren die jenen Stoff enthaltenden Säuren.

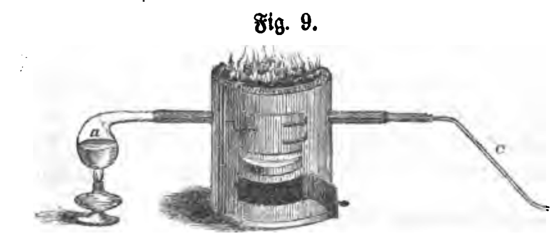
Mit Recht steht jedoch der Sauerstoff an der Spitze der einfachen Stoffe, da er sowohl durch seine Masse, seine kraftvolle Verwandtschaft, als auch durch sein vielseitiges Auftreten der wichtigste und einflußreichste aller einfachen Stoffe ist.

2. Wasserstoff.

Hydrogenium; H = 1; Dichte = 0,0688.

§. 26. Der Wasserstoff ist in der Natur reichlich vorhanden, doch trifft man ihn niemals in freiem Zustande. Meist ist er mit Sauerstoff zu einem Körper HO verbunden, den wir Wasser nennen und der bekanntlich nicht selten ist. Wir bedienen uns immer dieser Verbindung, um Wasserstoff aus derselben auszuscheiden.

Fig. 9.

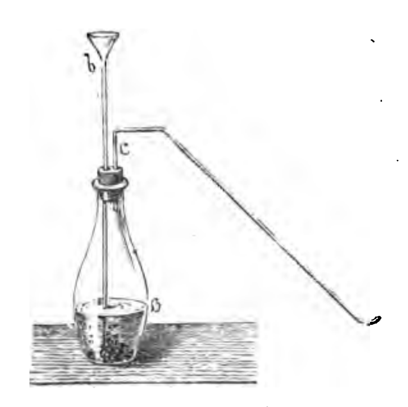


Man erhält den Wasserstoff, wenn, wie bei Figur 9, Wasser in der Retorte *a* erhitzt wird, so daß die Dämpfe desselben durch einen glühenden eisernen Flintenlauf entweichen müssen. In diesem Falle verbindet sich der Sauerstoff mit dem Eisen zu Eisenoxyd ($Fe_2 O_3$) und aus dem Gasentwickelungsrohre *c* tritt der Wasserstoff und kann dort, wie dies beim Sauerstoff §. 22 beschrieben wurde, aufgefangen werden.

Bequemer ist die Darstellung des Wasserstoffs, wenn in einer Vorrichtung,

wie Fig. 10, die wir eine Gasentwickelungsflasche nennen, kleine Stücke von Zink mit Wasser und etwas Schwefelsäure übergossen werden. Aus Zink, Wasser und Schwefelsäure entstehen: Wasserstoff, der als Gas entweicht, und schwefelsaures Zinkoxyd, das in dem Gefäße zurückbleibt. Am deutlichsten werden solche Zersetzungen durch Gleichungen veranschaulicht, wo auf einer Seite die in chemischer Thätigkeit begriffenen Stoffe und auf der anderen Seite die daraus hervorgegangenen Produkte stehen, wie z. B.:

Fig. 10.



Verwendete Stoffe				Entstandene Produkte.	
Wasser,	Schwefelsäure,	Zink,		Wasserstoffgas,	Schwefelsaures Zinkoxyd
HO	SO_3	Z	=	H	$(SO_3 + ZO)$

Der Wasserstoff ist ein farbloses, geruchloses Gas. Nähert man demselben eine Flamme, so entzündet es sich und verbrennt mit schwachem Lichte, aber unter Entwickelung großer Hitze. Es verbindet sich dabei mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser (HO). Da 1 Maaß Wasserstoff vierzehnmal weniger wiegt als 1 Maaß atmosphärischer Luft, so steigt ein damit angefüllter seidener Ball in der Luft auf, wie ein Korkstöpsel in Wasser. Zum Füllen großer Luftbälle wendet man jedoch das wohlfeilere Kohlenwasserstoffgas an.

In den Gewerben hat das Wasserstoffgas keine besondere Anwendung. Doch dient es zur Verstärkung des Schmiedefeuers. Spritzt man nämlich auf glühende Kohlen Wasser, so wird dasselbe zerlegt, indem sein Sauerstoff mit der Kohle sich verbindet. Das dadurch freiwerdende Wasserstoffgas verbrennt und entwickelt eine sehr große Hitze.

Leitet man Wasserstoff über glühende Metalloxyde, z. B. Kupferoxyd (CuO), so verbindet er sich mit dem Sauerstoff derselben zu Wasser, das in Dämpfen entweicht, während das reine Metall zurückbleibt. Zu solcher Sauerstoffentziehung (Desoxydation) wird es von den Chemikern häufig angewendet.

Verbindungen des Wasserstoffs.

§. 27. Der Wasserstoff verbindet sich vorzugsweise mit den Nichtmetallen und man kennt kaum einige Verbindungen desselben mit Metallen. Er ist in allen Pflanzenstoffen (5 bis 6 pC.) und Thierstoffen enthalten.

Mit Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel und einigen anderen Körpern bildet der Wasserstoff saure Verbindungen, die Wasserstoffsäuren heißen. Seine zunächst wichtige Verbindung ist jedoch das

Wasser,

Formel: $HO = 9$; Dichte = 1.

§. 28. Wenn man 12 Gewichtstheile Wasserstoff und 100 Gewichtstheile Sauerstoff, oder was dasselbe ist, zwei Maaß des ersteren und ein Maaß des letzteren Gases mit einander vermengt, so verbinden sie sich nicht. Ihre Vereinigung findet jedoch augenblicklich Statt, wenn man das Gemenge mit einem glühenden Körper berührt. Es findet dabei eine heftige Explosion, d. h. Feuerentwickeluug mit starkem Knall Statt, weil der Wasserdampf im Moment seiner Entstehung durch die Hitze außerordentlich ausgedehnt wird. Jenes Gasgemenge hat daher den Namen **Knallgas** erhalten, und Versuche mit demselben sind **sehr gefährlich** und stets nur im Kleinen anzustellen. Vermittelst geeigneter Vorrichtungen kann man jedoch größere Mengen Knallgas verbrennen und das dadurch gebildete Wasser in hinreichendem Maaße sammeln, um sich zu überzeugen, daß es alle Eigenschaften des reinsten Wassers besitzt.

Mit den meisten dieser letzteren sind wir theils durch die alltäglichste Erfahrung, theils aus der Physik ziemlich bekannt, so daß hier vorzugsweise nur die **chemischen** Eigenschaften des Wassers hervorzuheben sind. Obgleich weder sauer, noch basisch, sondern in hohem Grade neutral oder indifferent, hat das Wasser doch eine große Verwandtschaft zu vielen chemischen Verbindungen und zwar namentlich zu den Säuren und Basen. Seine Verbindungen mit denselben werden **Hydrate** genannt. In der Regel findet bei der Bildung der Hydrate eine Temperaturerhöhung Statt, weil das Wasser in einen dichteren Zustand übergeht, also einen Theil seiner gebundenen Wärme (Ph. §. 147) abgeben muß. Beispiele sind die Erhitzung beim Vermischen von wasserfreier Schwefelsäure mit Wasser und beim Löschen des Kalkes.

Die Säuren werden in der Regel als Hydrate, z. B. **Schwefelsäurehydrat** ($SO_3 + HO$), und nur selten in **wasserfreiem** Zustande angewendet. Wenn letzteres nicht besonders angeführt ist, so sind immer Hydrate gemeint, wenn von Säuren die Rede ist. Das Hydratwasser kann den Säuren nicht durch die Wärme, sondern nur dadurch entzogen werden, daß man es durch die stärkere Verwandtschaft eines Metalloxyds von der Säure abscheidet.

Die Basen oder Metalloxyde erhalten durch ihre Verbindung mit dem Wasser mitunter eigenthümliche Farben. So z. B. ist Eisenoxyd roth, dagegen **Eisenoxhydrat** gelb, Kupferoxyd schwarz, sein Hydrat blau. Beim Erwärmen verlieren die meisten Oxyde ihre Hydratwasser, einige bei niederer, andere bei höherer Temperatur. Kalihydrat ($KaO + HO$) und Natronhydrat ($NaO + HO$) geben dasselbe jedoch in der stärksten Glühhitze nicht ab.

Auch mit den Salzen verbindet sich das Wasser, indem es mit den Theilchen desselben zu festen Krystallen zusammentritt und daher in diesem Zustande **Krystallwasser** genannt wird. Wir sehen hieran und an den Hydraten, daß das Wasser nicht allein durch niedere Temperatur, sondern auch durch die chemische Anziehung in **festen** Zustand gebracht werden kann. Man unterscheidet demnach **wasserfreie** Salze und solche mit Krystallwasser. So ist $NaO+SO_3$

wasserfreies schwefelsaures Natron, während ($NaO + SO_3$) + 4 HO dasselbe Salz mit 4 Theilchen Wasser verbunden ist. Die meisten Salze verlieren jedoch ihr Krystallwasser an trockner Luft, oder wenn sie bis zu 100° C. erhitzt werden. In diesem Falle entweichen die zwischen den Salztheilchen gelagerten Wassertheilchen, so daß erstere auseinanderfallen, was man das Verwittern der Krystalle nennt.

§ 29. Das Wasser besitzt das merkwürdige Vermögen, eine große Anzahl von Stoffen in flüssigen Zustand zu versetzen oder auflösen. Das Auflösen scheint weniger Folge chemischer Verwandtschaft als vielmehr des großen Anhangs zu sein, den die Wassertheilchen gegen die Theilchen der löslichen Körper äußern. Sie drängen sich dadurch gleichsam zwischen jene und heben ihren Zusammenhang auf. In der That verändert das Auflösen keineswegs die chemischen Eigenschaften eines Stoffes, und indem durch Erwärmen die Wassertheilchen sich verflüchtigen lassen, erhalten die Theilchen des aufgelös'ten Stoffes unverändert wieder ihren früheren Zusammenhang.

Wenn ich in die Auflösung irgend eines Stoffes neue Theile desselben bringe, und es werden diese nicht verändert, so ist die Auflösung gesättigt. In der Regel kann jedoch die Flüssigkeit neue Mengen des löslichen Stoffes aufnehmen, wenn man ihre Temperatur erhöht. Wird diese jedoch erniedrigt, so scheidet sich ein Theil des Gelös'ten aus und zwar meistens in regelmäßiger Form, in Krystallen (Ph. §. 19). Die Auflösung ist daher ein Mittel, die Körper krystallisirt zu erhalten. Wird dagegen ein aufgelös'ter Körper gleichsam plötzlich genöthigt, aus dem flüssigen in den festen Zustand überzugehen, indem man z. B. eine gesättigte, heiße Auflösung schnell ab kühlt, so scheidet jener sich nicht in deutlichen Krystallen, sondern in Gestalt eines pulverigen Niederschlages ab. Letzteres findet auch Statt, wenn ich der Auflösung einen Stoff zusetze, der mit dem aufgelös'ten eine unlösliche Verbindung bildet. Wird z. B. zur Auflösung des Baryts (BaO) in Wasser Schwefelsäure gesetzt, so verbinden sich beide zu unauflöslichem schwefelsaurem Baryt ($BaO + SO_3$), der sich augenblicklich in Form eines weißen Niederschlages zu Boden setzt.

Auf der Löslichkeit des einen und der Unlöslichkeit des anderen der verschiedenen Stoffe beruht die Möglichkeit, viele derselben von einander abzuscheiden, weshalb ihr Verhalten gegen Wasser ein sehr wichtiges Merkmal für den Chemiker ist.

§. 30. Aber gerade jenes Vermögen des Auflösens ist die Ursache, daß alles Wasser, wie wir es unmittelbar aus den mannichfaltigen Quellen der Natur schöpfen, niemals reines Wasser ist. Ueberall, wo es mit dem Boden in Berührung ist, nimmt es das Lösliche aus demselben auf, und es kommt daher ganz darauf an, ob eine Quelle aus wenig löslichen Gebirgsarten, wie Sandstein und Granit, entspringt, daß sie sehr reines, sogenanntes weiches Wasser liefert, oder ob sie aus einem Kalkgebirge kommt, in welchem Falle sie kalkhaltig ist und hartes Wasser genannt wird, das beim Kochen eine Kruste in den Gefäßen zurückläßt. Aehnlich verhält es sich mit dem Cisternenwasser. Kommt die Quelle aus großer Tiefe, so hat ihr Wasser eine höhere Temperatur, ja es giebt deren, die

siedend heiß sind. Man nennt die warmen Quellen Thermen. Trifft das Wasser auf seinem Wege Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Salze u. s. w., so löst es eine gewisse Menge derselben auf und nimmt dadurch besondere Eigenschaften an, wie dies bei den sogenannten Mineralquellen der Fall ist. Das Meerwasser enthält so viel Salze, namentlich Kochsalz und Bittersalz aufgelöst, daß es ganz ungenießbar ist.

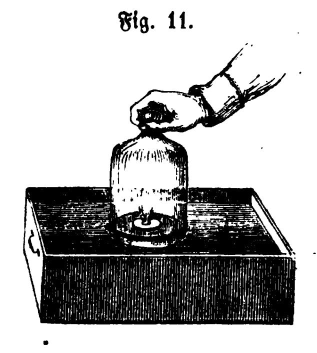
Das aus einer Retorte (Ph. §. 129) destillirte Wasser ist frei von allen nicht flüchtigen Stoffen. An Reinheit steht ihm zunächst das Regenwasser, das ja gleichsam in der Werkstätte der Natur destillirt worden ist. Man benutzt es daher vorzugsweise in manchen Gewerben, die reines Wasser erfordern, wie das Färben, das Waschen u. s. w.

3. Stickstoff.

Nitrogenium; N = 14; Dichte = 0,976.

§. 31. Fünf Maaß gewöhnlicher Luft enthalten vier Maaß Stickstoff, vermengt mit einem Maaß Sauerstoff. Also beträgt der Stickstoff vier Fünftel der ganzen Atmosphäre. In den festen Theilen der Erde ist dagegen verhältnißmäßig sehr wenig davon enthalten Er wird selten in Mineralen, nur in geringer Menge in Pflanzenstoffen, dagegen reichlicher in den Thierkörpern angetroffen.

Fig. 11.



Zur Darstellung des Stickstoffs legt man auf Wasser ein Stück Kork, setzt auf diesen ein Porzellanschälchen, worin ein Stückchen Phosphor sich befindet, zündet letzteren an und deckt über diese schwimmende Vorrichtung sogleich eine Glasglocke, Fig. 11, die man etwa einen Zoll unter Wasser taucht, so daß eine gewisse Menge von Luft abgesperrt ist. Der verbrennende Phosphor verbindet sich mit dem Sauerstoff der in der Glocke befindlichen Luft zu Phosphorsäure, die sich in Wasser auflöst, während Stickstoff übrig bleibt, dessen Menge $\frac{4}{5}$ der angewendeten Luftmenge beträgt.

Dieses Gas ist farb- und geruchlos und nicht schädlich, denn beim Athmen und Schlucken kommen beständig große Mengen desselben in die Lunge und in den Magen. In reinem Stickstoff erlöschen brennende Körper augenblicklich und Thiere sterben darin sehr bald, da ihnen der zum Athmen unentbehrliche Sauerstoff fehlt.

§. 32. Der Atmosphäre sind jedoch noch manche flüchtige Stoffe beigemengt, wie namentlich Kohlensäure, deren 4 Maaß in 10,000 Maaß Luft enthalten sind, und Wasserdampf, dessen Menge mit der Temperatur der Luft wechselt (Ph. §. 132). Dagegen verschwinden andere Verunreinigungen der Luft, z. B. durch Ausdünstungen der Menschen, Thiere, faulender Stoffe u. a. m. in dem

ungeheuren Raum und sind daher nur am Orte ihrer Entstehung merklich und chemisch nachweisbar.

Verbindungen des Stickstoffs.

§. 33. Der Stickstoff hat nur geringe Verwandtschaft zu anderen Stoffen. Mit vielen derselben, namentlich mit den Metallen, scheint er sich gar nicht zu verbinden, und seine Verbindungen mit den übrigen Stoffen sind sämmtlich leicht zersetzbar.

Die Salpetersäure wird als Hydrat $= NO_5 + HO$ erhalten, wenn 1 Pfund Salpeter und 1 Pfund Schwefelsäure in einer gläsernen Retorte der Destillation unterworfen werden. Die reine Salpetersäure ist farblos, von eigenthümlichem Geruch und ätzend saurem Geschmack; sie färbt Pflanzen- und Thierstoffe gelb und zerstört (zerfrißt) dieselben, auch löst sie die meisten Metalle auf. Dies beruht darauf, daß ihr Sauerstoff sich leicht mit anderen Stoffen verbindet, so daß die Salpetersäure ein häufig angewendetes Oxydationsmittel ist. Sie selbst wird dadurch natürlicher Weise ebenfalls zersetzt. Indem sie von 5 Theilchen Sauerstoff 3 verliert, bleibt die Verbindung NO_2 übrig, die ein farbloses Gas ist und Stickstoffoxyd genannt wird.

Dieses Gas hat die merkwürdige Eigenschaft, an der Luft augenblicklich Sauerstoff aufzunehmen und sich in einen braunrothen, erstickend riechenden Dampf von salpetriger Säure (NO_3) zu verwandeln. Aber ebenso leicht, als diese Säure gebildet wird, zersetzt sie sich in Berührung mit anderen Stoffen, an die sie ihren Sauerstoff theilweis abgiebt, so daß wieder Stickoxydgas entsteht. Das Stickoxydgas läßt sich daher gleichsam als Diener benutzen, der aus dem Magazin der Atmosphäre Sauerstoff aufnimmt, ihn an andere Körper abgiebt und dieses so oft wiederholt, als ihm dazu Gelegenheit gegeben wird. In der That wird hiervon bei der Fabrikation der Schwefelsäure eine wichtige Anwendung gemacht.

Die Salpetersäure wird in der Medicin, sodann zum Beizen, Aetzen, in der Färberei, zum Auflösen und Scheiden der Metalle benutzt. Die im Handel vorkommende, nicht ganz reine und mit Wasser etwas verdünnte Salpetersäure wird Scheidewasser genannt. 1 Ctr. kostet 12 — 14 Thlr.

§. 34. Das Ammoniak ist die Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff $= NH_3$ und besitzt alle Eigenschaften einer starken Base, weshalb es bei den basischen Metalloxyden beschrieben werden soll.

4. Chlor.

Zeichen: $Cl = 35$; Dichte $= 2{,}44$.

§. 35. Das Chlor kommt fast nur in dem Mineralreich und zwar meistens mit Natrium zu einer Verbindung vereinigt vor, die Jedermann unter dem Namen Kochsalz kennt, während der Chemiker sie Chlornatrium ($ClNa$) nennt. In freiem Zustande erhält man das Chlor durch Erwärmen von Chlorwasserstoffsäure mit etwas Manganüberoxyd.

Das Chlor ist von den vorhergehenden Gasen auffallend verschieden. Es hat eine schwach gelbliche Färbung und einen eigenthümlich erstickenden Geruch. Beim Athmen greift es die Lunge heftig an, so daß es als giftig bezeichnet werden muß, und alle Arbeiten mit Chlor unter gehöriger Vorsicht auszuführen sind. Dieses Gas ist auflöslich in Wasser und theilt diesem seine Eigenschaften mit. (Chlorwasser.)

Verbindungen des Chlors.

§. 36. Gegen die übrigen Stoffe äußert das Chlor eine außerordentlich große Verwandtschaft und übertrifft in vielen Fällen hierin selbst den Sauerstoff. Es greift das Gold und alle übrigen Metalle an und zeichnet sich namentlich durch seine große Verwandtschaft zum Wasserstoff aus. Wo es diesen mit anderen Stoffen verbunden antrifft, sucht es gleichsam denselben an sich zu reißen und mit ihm Chlorwasserstoff (ClH) zu bilden. Da aber alle Pflanzen- und Thierkörper Wasserstoff (§. 27) enthalten, so werden sie ohne Ausnahme zerstört, wenn man sie in Chlorgas bringt. Geschieht dieses nur kürzere Zeit, so werden sie bloß an der Oberfläche zerstört. Aus dieser gefährlichen Eigenschaft des Chlors hat man jedoch außerordentlich nützliche Anwendungen zu machen gewußt. Denn da die meisten färbenden Stoffe des Pflanzenreichs, sowie alle beim Faulen der Pflanzen- und Thierkörper entstehenden, übelriechenden und der Gesundheit nachtheiligen Gase Wasserstoff enthalten, so darf man dieselben nur mit Chlor zusammenbringen, welches durch Entziehung von Wasserstoff ihre Zerstörung bewirkt.

Daher denn die Anwendung des Chlors zum Bleichen und zur Reinigung der Luft, worauf wir später zurückkommen.

1. Die Chlorsäure (ClO_5) und chlorige Säure (ClO_3) werden nur in Verbindung mit Basen als Salze angewendet und daher später beschrieben.

2. Die Chlorwasserstoffsäure (ClH) wird in Wasser aufgelöst erhalten, wenn Kochsalz mit Schwefelsäure übergossen und das entwickelte Gas in Wasser geleitet wird, bis es damit gesättigt ist. Man hat dann eine farblose, sauer riechende und sehr sauer schmeckende Flüssigkeit, die jedoch weniger zerstörend als Salpetersäure und Schwefelsäure wirkt. Da zu ihrer Bereitung Salz verwendet wird, so erhielt sie den meist gebräuchlichen Namen Salzsäure. Dieselbe wird bei der Fabrikation der Soda als Nebenprodukt in ungeheurer Menge gewonnen, gewöhnlich mit Eisen verunreinigt und daher gelb gefärbt. Ihre Anwendung ist höchst mannichfaltig, da sie in der Medicin, in vielen chemischen Gewerben, namentlich zur Darstellung des Chlors benutzt wird. Mit Salpetersäure vermischt, stellt sie das sogenannte Königswasser oder Goldscheidewasser dar, welches zum Auflösen des Goldes benutzt wird. 1 Centner Salzsäure kostet 3 bis 4 Thlr.

Wenn man gleiche Maaße Chlor und Wasserstoff mit einander vermengt, so verbinden sie sich mit heftiger Explosion in dem Augenblicke, wo sie dem unmittelbaren Sonnenlicht ausgesetzt werden. Im Schatten oder bei Kerzenlicht kann man daher diese Gase ohne Gefahr in einer Flasche zusammenbringen. Es ist dies einer der interessantesten chemischen Versuche!

5. Brom.

Zeichen: Br. = 80; Dichte = 2,966.

§. 37. Hier haben wir einen der selteneren Stoffe vor uns, denn das Brom findet sich nur in geringerer Menge mit Natrium und Magnesium verbunden unter den Salzen des Meerwassers und mancher Salzquellen, wie namentlich der Kreuznacher, welche von allen bis jetzt bekannten am reichsten an Brommetallen ist.

In reinem Zustande stellt das Brom eine dunkel rothbraune, schwere Flüssigkeit von eigenthümlichem, dem Chlor sehr ähnlichen Geruch dar. Es hat keine Anwendung in den Gewerben, aber den Salzquellen, worin es sich findet, scheint es eine besondere medicinische Wirksamkeit zu verleihen, weshalb es erwähnt zu werden verdient. Ein Loth desselben kostet $\frac{1}{8}$ Thlr.

6. Jod.

Zeichen: J. = 127; Dichte = 4,97.

§. 38. Wenn auch häufiger vorkommend als der vorhergehende Körper, ist das Jod doch einer der seltenen Stoffe. Es ist mit Natrium und Magnesium verbunden im Meerwasser und fast in allen dem Meere entnommenen Pflanzen und Thierstoffen enthalten. Auch einige Quellen enthalten solche Jodverbindungen.

Das Jod ist der erste feste Körper, dem wir begegnen, es sieht grauschwarz, etwas glänzend, fast wie Ofenschwärze aus, hat einen besonderen, an Chlor erinnernden unangenehmen Geruch und färbt die Haut und Pflanzenstoffe braun, wenn es einige Zeit damit in Berührung ist. Beim Erwärmen verwandelt es sich in einen wunderschönen veilchenblauen Dampf, der sich beim Erkalten wieder zu schwarzen Blättchen verdichtet. Ebenso zeichnet sich das Jod dadurch aus, daß es, mit Stärke zusammengebracht, dieser eine tief violette Farbe ertheilt. Hierdurch hat man ein vorzügliches Erkennungsmittel sowohl des Jods, als der Stärke. 1 Pfund Jod kostet 5 bis 6 Thlr.

Sowohl für sich allein, als auch mit Metallen verbunden, ist das Jod giftig, allein dennoch ein wichtiges Arzneimittel, das besonders gegen Drüsen, Kropf und Skrofeln wirkt. Der Leberthran, die Häringe, die gebrannten Waschschwämme enthalten Jod und verdanken ihm zum Theil ihre Wirksamkeit.

Löst man Jod in Weingeist auf und vermischt die Lösung mit wässerigem Ammoniak, so erhält man einen schwarzen Niederschlag, der aus Jod und Stickstoff besteht. Nach dem Trocknen zersetzt sich der Jodstickstoff bei der leisesten Berührung augenblicklich mit heftiger Explosion in seine Bestandtheile. Man macht daher diesen Versuch nur im Kleinen und mit Vorsicht.

7 Fluor.

Zeichen: Fl. = 19; Dichte = 1,28.

§. 39. Der Flußspath, ein an vielen Orten, jedoch nicht in großen Massen vorkommendes Mineral ist die Verbindung des Fluors mit Calcium (Fl Ca). Das

Fluor ist ein gasförmiger Körper, dessen Darstellung jedoch große Schwierigkeit darbietet, weil es sich höchst leicht mit anderen Stoffen verbindet. Namentlich ausgezeichnet ist das Fluor durch seine große Verwandtschaft zum Kiesel, mit dem es sich sogleich verbindet, wo es mit ihm zusammenkommt. Da nun alles Glas Kiesel enthält, so wird es von den meisten Fluorverbindungen angegriffen und zersetzt. Man bedient sich dieser daher zum Aetzen auf Glas und verfährt dabei folgendermaßen.

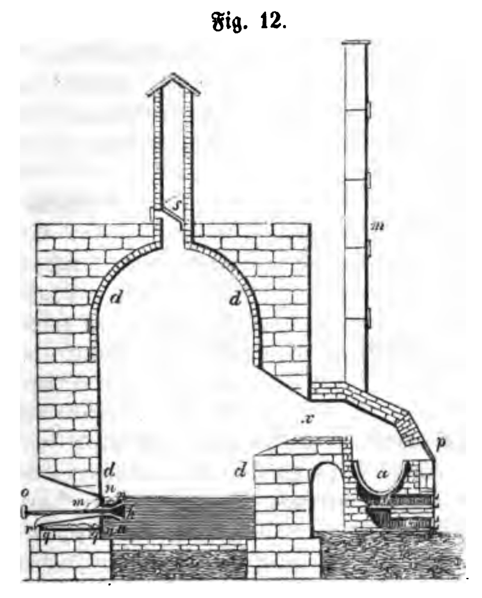
Eine Glasplatte wird mit dünnem Wachsgrunde überzogen und an der Lichtflamme berußt, worauf man mit einer Nadel in denselben einzeichnet. So vorbereitet bedeckt man mit der Platte die Oeffnung eines hinreichend weiten Gefäßes von Blei, in welchem man gepulverten Flußspath mit Schwefelsäure vermengt, gelinde erwärmt. Es entwickeln sich stechend sauer riechende Dämpfe von Fluorwasserstoffsäure (FlH), die das Glas an den geritzten Stellen angreifen. Nach 10 bis 20 Minuten entfernt man die Platte, erhitzt sie und wischt das Wachs weg, worauf die Zeichnung zum Vorschein kommt. Die Dämpfe sind jedoch schädlich und greifen selbst die Haut an, weshalb hierbei Vorsicht zu empfehlen ist.

8. Schwefel.

Sulphur; S = 16; Dichte = 1,9.

In Sicilien und in der Nähe von Neapel finden sich große Massen von reinem, gediegenem Schwefel zwischen Kalk und Thonmergel gelagert. Da er von diesen erdigen Stoffen beim Ausgraben nicht vollkommen zu trennen ist, so wird er raffinirt, d. h. gereinigt. Der rohe Schwefel wird in dem Kessel *a* (Fig. 12) erhitzt, wodurch er sich in Dampf verwandelt, der durch *x* in eine große Kammer *dd* tritt, wo er sich abkühlt und als ein feiner gelber Staub, Schwefelblumen genannt, zu Boden fällt. Nach einiger Zeit ist der Raum jedoch so heiß geworden, daß der Schwefel schmilzt und alsdann durch die Oeffnung *h* §. 40.

Fig. 12.



von Zeit zu Zeit abgelassen und in cylindrische Formen gegossen wird, worin er erkaltet und nachher Stangenschwefel heißt. 1 Ctnr. desselben kostet 7 Thaler. 1 Ctr. Schwefelblumen 9 Thlr.

Aber auch anderwärts trifft man häufig den Schwefel an, jedoch meist mit Metallen verbunden, z. B. Schwefeleisen (S Fe), Schwefelkupfer (S Cu) u. s. w., oder mit Sauerstoff zu Schwefelsäure verbunden, wie beim schwefelsauren Kalk (Gyps = $SO_3 + CaO$), der ganze Gebirgslager ausfüllt. Auch in Pflanzen- und Thierstoffen ist der Schwefel anzutreffen, namentlich in allen eiweißartigen Substanzen oder überhaupt in solchen, die beim Faulen den Geruch der faulen Eier entwickeln.

Jedermann kennt den Schwefel, seine gewöhnlichen Eigenschaften und Anwendungen, zum Abgießen von Münzen, zu Schwefelhölzern, Schwefelspahn und die der Schwefelblumen in der Medicin. Doch ist noch einiges hinzuzufügen. Der Schwefel schmilzt bei 108° C. und verwandelt sich bei 316° in einen rothen Dampf; in Wasser und den meisten Flüssigkeiten ist er unauflöslich, doch löst er sich in heißem Leinöl und Terpentinöl, ferner in Schwefelkohlenstoff (§. 60) auf und kann aus letzter Flüssigkeit in schönen durchsichtigen Doppelpyramiden krystallisirt erhalten werden. Mit Wolle gerieben nimmt der Schwefel elektrische Eigenschaften an.

Verbindungen des Schwefels.

§. 41. Die Chemie und die Gewerbe verdanken dem Schwefel ienige der wichtigsten Verbindungen. Wir bemerken vor allen:

1) Die Schwefelsäure, welche immer als Hydrat (§. 28) = $SO_3 + HO$ angewendet wird. Ihre Darstellung geschieht in ausgedehnten Fabriken, wo man schweflige Säure (SO_2), salpetrige Säure (NO_3) und Wasserdampf (HO) in großen Räumen, deren Wände aus Bleiplatten bestehen (Bleikammern), mit einander vermengt.

Schwefelsäurebildung.

SO_2	= Schweflige Säure.
$O +$	NO_2 = Salpetrige Säure.
HO	= Wasser.
$SO_3 + HO$ = Schwefelsäurehydrat.	NO_2 = Stickstoffoxyd.

Wie nebenstehende Formeln zeigen, bildet sich aus jenen Verbindungen Schwefelsäurehydrat, das sich auf dem Boden der Kammer ansammelt, und es bleibt Stickstoffoxyd übrig. Leitet man nun auf's Neue Wasserdampf, schweflige Säure und Luft ($N_4\,O$) in die Kammer, so entzieht das Stickstoffoxyd der Luft ihren Sauerstoff, verwandelt sich in salpetrige Säure (s. §. 33), und man hat wieder das zur Schwefelsäurebildung erforderliche Gemenge. In dieser Weise wird dieselbe beständig fortgesetzt. Da jedoch die in den Bleikammern erzeugte Schwefelsäure mit allzuviel Wasser verdünnt ist, so wird sie in einer Destillirblase von Platin erhitzt. Es entweichen die Wasserdämpfe, und es bleibt die concentrirte Säure

zurück, die bei gewöhnlicher Temperatur eine Dichte von 1,85 hat und erst bei 326° C. siedet. Obgleich die hierzu benutzten Destillirgefäße sehr kostbar sind, da eines derselben 17000 bis 26000 Gulden kosten kann, so zieht man sie doch wegen ihrer Dauerhaftigkeit den gläsernen Retorten vor.

Das Schwefelsäurehydrat ist eine farblose, geruchlose, höchst ätzend saure Flüssigkeit und ausgezeichnet durch seine Fähigkeit, ja man könnte sagen durch seine Begierde, sich mit noch mehr Wasser zu verbinden, so daß es aus feuchter Luft, aus Pflanzen- und Thierstoffen Wasser anzieht, wodurch die in letzteren enthaltene Kohle bloß gelegt wird, so daß sie von der Schwefelsäure fast augenblicklich geschwärzt und alsbald ganz verkohlt und zerstört werden. Sie ist deshalb in den Händen der Unerfahrenen und Unvorsichtigen eine wahrhaft gefährliche Flüssigkeit.

Die Schwefelsäure löst die meisten Metalle auf und äußert zu den Metalloxyden eine so kräftige Verwandtschaft, daß sie fast alle übrigen Säuren abscheidet, welche mit diesen verbunden waren. Deshalb benutzt man sie auch zur Darstellung der meisten Säuren, wie der Salpeter-, Phosphor-, Essig-, Chlorwasserstoffsäure u. a. m. Sie ist als die Grundlage der ganzen chemischen Fabrikation zu betrachten, woraus sich erklären läßt, daß, als im Jahre 1840 Neapel die Ausfuhr des Schwefels erschwerte, England im Begriff war, Krieg zu erklären, da es für den Augenblick seine ganze Gewerbthätigkeit in Gefahr sah. Man kann von dem ungeheuren Verbrauch dieser Säure daraus eine Vorstellung gewinnen, daß eine einzige Fabrik in Glasgow jährlich 120,000 Centner Schwefelsäure erzeugt. Die Preise der Soda, Seife, Salzsäure, des Chlors, der Zündhölzer, der Stearinkerzen, der Kattune, des Papiers u. s. w. stehen im engsten Zusammenhang mit dem des Schwefels und es darf behauptet werden, daß die Größe des Verbrauchs dieses Stoffes in einem Lande einen Maaßstab für die Industrie desselben abgeben kann. Da jene Säure zuerst in England fabricirt wurde, so wird sie auch *englische* Schwefelsäure genannt. 1 Centner derselben kostet 6 Thaler.

Rauchende Schwefelsäure, die ein Gemenge von wasserfreier Säure mit dem Hydrat ist $= SO_3, HO + SO_3$, destillirt über, wenn sogenannter grüner *Vitriol*, d. i. schwefelsaures Eisenoxydul ($SO_3 + FeO$) zuerst geröstet und dann in irdenen Retorten stark erhitzt wird. Dieselbe ist eine bräunlich gefärbte, ölartige Flüssigkeit, die daher früher *Vitriolöl* genannt wurde. An der Luft verbreitet sie Dämpfe von wasserfreier Schwefelsäure, und hierdurch, sowie durch ihr Vermögen, den Indigo aufzulösen, unterscheidet sie sich von dem Hydrat. Die rauchende Säure wird auch *sächsische* oder *Nordhäuser* Schwefelsäure genannt.

§. 42. 2) Die *schweflige Säure* SO_2 entsteht, wenn Schwefel an der Luft erhitzt wird. Er verbrennt alsdann mit blauer Flamme zu einem stechend und erstickend riechenden, farblosen Gase. Die schweflige Säure nimmt aus der Luft allmälig Sauerstoff auf, und wird dadurch zu Schwefelsäure. Wird hinreichend Schwefel in einem Fasse verbrannt, so verliert die in diesem enthaltene

Luft allen Sauerstoff und somit die Fähigkeit, den nachher hineingebrachten Wein in Essig zu verwandeln. Das sogenannte Schwefeln oder Aufbrennen der Fässer bezweckt daher zunächst eine Entfernung des Sauerstoffs aus denselben. Die schweflige Säure wird ferner gegen die Krätze und zum Bleichen des Strohes, der Wolle und der Federn angewendet.

§. 43. 3) Der Schwefelwasserstoff (SH) ist ein farbloses, häßlich riechendes Gas, welches sich entwickelt, wenn ein Schwefelmetall, z. B. Schwefeleisen (SFe) mit einer der stärkeren Säuren (verdünnter Schwefelsäure) übergossen wird. Es bildet sich ferner, wenn schwefelhaltige Pflanzen- und Thierstoffe faulen, daher vorzüglich in Abtritten, und giebt sich leicht durch seinen Geruch zu erkennen, den faule Eier in besonderer Stärke entwickeln. Dieses Gas ist höchst giftig und tödtet, in reinem Zustande eingeathmet, augenblicklich. Häufig ereignen sich Unglücksfälle, wenn Arbeiter zum Reinigen der Abtritte und Abzugskanäle unvorsichtig hinuntersteigen. In solchen Fällen ist vorsichtiges Einathmen des mit Luft gemengten Chlors das beste Hülfsmittel.

Der Schwefelwasserstoff ist im Wasser auflöslich, und theilt diesem seine Eigenschaften mit, wie wir unter anderen auch an den Schwefelquellen sehen, in welchen jenes übelriechende Gas enthalten ist.

Besonders wichtig für den Chemiker ist das Verhalten des Schwefelwasserstoffs gegen schwere Metalle und ihre Oxyde. Tritt nämlich Schwefelwasserstoff mit der Auflösung eines Metalloxydes (z. B. Bleioxyd PbO) zusammen, so verbindet sich der Schwefel mit dem Metalle zu einer unauflöslichen Verbindung, die sich mit eigenthümlicher Färbung sogleich als Niederschlag abscheidet. Man sagt daher, der Schwefelwasserstoff fällt die Metalle aus ihren Lösungen als Schwefelmetalle. Er ist dadurch ein höchst werthvolles Mittel, nicht allein um die Anwesenheit eines Metalls in einer Flüssigkeit zu entdecken, sondern auch um es vollständig aus derselben zu entfernen.

Farben der Schwefelmetalle.

	schwarz	braun	orange	fleischfarb	gelb	weiß
Schwefel	Blei	Kupfer	Antimon	Mangan*	Arsen †	Zink*
—	Wismuth	Zinn			Zinn	
—	Quecksilb.					
—	Silber					
—	Kobalt*					
—	Nickel*					
—	Gold*					
—	Platin*					
—	Eisen*SFe					

Anm. Aus verdünnten Lösungen werden die Metalle der ersten Reihe meist mit brauner Farbe abgeschieden, die jedoch allmälig in Schwarz übergeht; die mit * bezeichneten werden von SH nur aus basischen, die anderen aus sauren Lösungen gefällt. † Siehe §. 45.

Wenn silberne Löffel durch manche Speisen, sowie namentlich durch Fische und Eier, und frische Anstriche von Bleiweißfarben beim Ausleeren der Abtritte schwarz werden, so beruht dies lediglich auf der Bildung von Schwefelmetall.

9. Phosphor.

Zeichen: P = 32; Dichte = 1,75.

§. 44 Wenn auch der Phosphor ziemlich verbreitet ist, denn fast überall trifft man im Boden phosphorsaure Salze an, so kommt er doch immer nur in sehr geringer Menge vor, und gehört daher zu den seltenen Stoffen. Aus dem Boden werden phosphorhaltige Salze von vielen Pflanzen aufgenommen, und indem diese den Thieren als Speise dienen, gelangt der Phosphor in den Körper derselben. In der That erscheint dieser als ein Sammelplatz des Phosphors, denn im Gehirn, in der Nervenmasse, in den Eiern, im Fleische, namentlich in dem der Fische, findet man Phosphor. Die größte Menge desselben ist jedoch in den Knochen enthalten, die aus phosphorsaurem Kalk ($PO_5 + CaO$) bestehen, und aller Phosphor, der nur im Handel vorkommt, ist zunächst aus Knochen abgeschieden worden.

Der Darstellung des Phosphors geht immer die der Phosphorsäure voraus. Man erhält diese, indem weißgebrannte Knochen (Knochenasche) mit Schwefelsäure übergossen werden. Diese verbindet sich mit dem Kalk zu unauflöslichem schwefelsauren Kalk (= $SO_3 + CaO$) und treibt die Phosphorsäure aus, welche man durch Abdampfen concentrirt und mit Kohlenpulver gemengt in irdenen Retorten glüht. Der durch die Kohle vom Sauerstoff befreite Phosphor destillirt über und verdichtet sich in Vorlagen, die mit Wasser angefüllt sind.

Der Phosphor im reinsten Zustande ist ein farbloser, durchsichtiger Körper, weich wie Wachs und mit einem Messer zerschneidbar. Dem Lichte ausgesetzt, färbt er sich jedoch sehr bald gelb, und wird undurchsichtig; an der Luft stößt er weiße, etwas nach Knoblauch riechende Dämpfe aus, die im Dunkeln leuchten. Es beruht dies darauf, daß er sich oxydirt, und jene Dünste sind nichts Anderes als phosphorige Säure (PO_3) Bei 35° schmilzt er, und schon bei 70° entzündet er sich und verbrennt mit lebhaftem Lichte zu wasserfreier Phosphorsäure (PO_5), die ein schneeartiges Pulver darstellt, an der Luft jedoch schnell Wasser anzieht und zerfließt. Diese leichte Entzündbarkeit macht den Phosphor zu einem sehr gefährlichen Körper. Schon die Wärme der Hand, namentlich wenn zugleich eine Reibung stattfindet, reicht hin, denselben zu entzünden. Er wird deswegen stets in Gefäßen bewahrt, die mit Wasser angefüllt sind, und Versuche mit demselben erfordern die größte Vorsicht, deren Vernachlässigung schon eine Menge von Beschädigungen anrichtete.

Doch ist auf der anderen Seite die leichte Entzündbarkeit des Phosphors die Ursache seiner Anwendung zu den bequemen Streichfeuerzeugen geworden, mit deren Verbrauch die Darstellung des Phosphors in gleichem Verhält-

nisse zugenommen hat. Die Geschichte des Phosphors bietet besonderes Interesse dar, denn dieser Körper wurde im Jahre 1669 zufällig von einem Manne entdeckt, der Gold machen wollte. Anfangs seiner Seltenheit wegen mit Gold aufgewogen, ist der Preis für 1 Pfund desselben jetzt auf etwa 2 Thlr. herabgesunken, und es giebt Fabriken, die täglich an 100 Pfund Phosphor erzeugen. Es liegt hierin ein merkwürdiger Beweis, welcher Vervollkommnung die Fabrikation fähig ist, und wie eine gesteigerte Industrie mit dem zunehmenden Verbrauche eines Gegenstandes Mittel und Wege findet, denselben zunehmend wohlfeiler und von größerer Güte zu liefern.

Von den Verbindungen des Phosphors haben wir bereits der phosphorigen Säure (PO_3) und der Phosphorsäure (PO_5) erwähnt. Letztere ist eine stark saure, jedoch nicht ätzende Säure, die für sich und in Verbindung mit Natron in der Medicin angewendet wird.

Das Phosphorwasserstoffgas (PH_3), welches man durch Erwärmen von gelöschtem Kalk mit kleinen Phosphorstückchen erhält, hat einen abscheulichen Geruch nach faulen Fischen und entzündet sich in Berührung mit der Luft von selbst.

10. Arsen.

Zeichen: As. = 75; Dichte = 5,7.

§. 45. Das Arsen hat so viele Eigenschaften der Metalle, daß es den Uebergang von den Nichtmetallen zu jenen bildet, und von Vielen zu denselben gezählt wird. Es hat in der That ein graues, metallisch glänzendes Aussehen und ein bedeutenderes specifisches Gewicht. Wir trugen daher um so weniger Bedenken, es in §. 43 unter den Schwefelmetallen anzuführen.

Man findet das Arsen theils in gediegenem Zustande, theils in Verbindung mit Schwefel oder mit Metallen, wie Eisen, Kupfer, Nickel und Kobalt. Da es flüchtig ist, läßt es sich von jenen durch Sublimation (Physik §. 129) leicht abscheiden. Das metallische Arsen hat wenig Anwendung und ist bekannter unter dem Namen Fliegenstein oder Scherbenkobalt, welch letzterer jedoch nicht mit dem Kobalt zu verwechseln ist, das wir bei den Metallen betrachten werden.

Verbindungen des Arsens.

§. 46 1) Die arsenige Säure AsO_3 entsteht, wenn das Arsen bei Luftzutritt erhitzt wird. Es entwickeln sich alsdann weiße, stark nach Knoblauch riechende Dämpfe, die sich als feines Pulver ansammeln lassen, welches Giftmehl oder weißer Arsenik genannt wird. Wir verstehen daher unter Arsen den einfachen metallischen Stoff, und unter dem gewöhnlich sogenannten Arsenik die arsenige Säure. Dieselbe ist geruch- und geschmacklos, in Wasser etwas löslich und im höchsten Grade giftig. Die letztere Eigenschaft ist es, die leider häufig zur verbrecherischen Anwendung dieses Körpers mißbraucht wird, und

Arsenikvergiftungen sind bei weitem die gewöhnlichsten. Sie kündigen sich in der Regel durch Erbrechen und Leibschmerzen an, die in furchtbaren Convulsionen und mit dem Tode endigen. Beförderung des Erbrechens durch geeignete Mittel ist bei der Vermuthung einer Vergiftung das zunächst Zweckmäßigste. Ein Mittel jedoch, um die Wirkungen des Arseniks geradezu aufzuheben, ist das Eisenoxydhydrat ($Fe_2O_3 + HO$), welches mit demselben eine vollkommen unlösliche, auf den Körper nicht giftig wirkende Verbindung bildet und schon mehrmals mit günstigem Erfolge angewendet worden ist.

Wichtig ist es, in gerichtlicher Beziehung den Beweis zu liefern, ob eine Vergiftung durch Arsenik stattgefunden hat. Dies kann nur dadurch geschehen, daß man in dem Körper der Vergifteten das Gift auffindet und deutlich erkennbar nachweis't. Bei sorgfältiger Durchsuchung der Eingeweide oder der erbrochenen Speisen gelingt es nicht selten, kleine Theile des Arseniks aufzufinden, da er wegen seiner Schwere sich leicht festsetzt. Ein Stäubchen, so groß wie eine Nadelspitze, reicht hin, um zu zeigen, ob das Vorgefundene Arsenik ist oder nicht. Man bringt es in die Glasröhre, Fig. 13, legt ein Stückchen Kohle daneben, das man glühend macht, worauf man die Spitze der Glasröhre erhitzt. War das Untersuchte wirklich arsenige Säure, so verbindet sich ihr Sauerstoff mit der glühenden Kohle, und ein glänzender Ring von metallischem Arsen setzt sich in der Glasröhre an.

Fig. 13.

Schwieriger ist es, wenn kein Arsenik in Pulverform mehr vorgefunden wird, allein auch alsdann hat die Wissenschaft sichere Weisen zur Entdeckung desselben aufgefunden.

Trotz ihrer furchtbaren Eigenschaften wird die arsenige Säure in manchen Gewerben angewendet, wie in Glasfabriken, zu Farben, zum Vertilgen schädlicher Thiere (Rattengift) und des Holzschwamms.

2) Schwefelarsen. Das Arsen verbindet sich in zwei Verhältnissen mit Schwefel. Das gelbe Schwefelarsen, auch Auripigmentum oder Operment genannt, findet sich als Mineral und wird, wiewohl nicht eben häufig, als eine schöne, gelbe Farbe angewendet. Das rothe Arsen, auch Realgar oder Rubinschwefel genannt, erhält man durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Arsen. Es wird in der Färberei und in der Feuerwerkerei als Zusatz zum bengalischen Weißfeuer benutzt. Letzteres besteht aus 24 Gewichtstheilen Salpeter, 2 Theilen Schwefel, 7 Theilen Realgar, die trocken, feingepulvert, gemischt und angezündet werden.

11. Kohle.

Kohlenstoff; Carbo; Zeichen: C = 6.

Dieser, gewöhnlich in so unscheinbarer Form auftretende Stoff verdient unsere besondere Aufmerksamkeit in mehr als einer Beziehung. Denn einestheils §. 47.

ist es die auffallende Verschiedenheit der Zustände, welche die Kohle anzunehmen im Stande ist, und die daraus entspringenden Eigenschaften derselben, anderntheils sind es ihre Beziehungen zur Pflanzen- und Thierwelt, sowohl für sich, als in ihren Verbindungen, die der Kohle nächst dem Sauerstoff eine wichtige Rolle im Haushalte der Natur anweisen.

Kein Körper bestätigt uns auffallender den im §. 11 der Physik angedeuteten Grundsatz, daß die Materie nur das Zusammensein kleiner materieller Theilchen ist, und daß nicht allein von der Beschaffenheit dieser Theilchen, sondern auch von ihrer Anordnung oder gegenseitigen Lage die Eigenschaften der einzelnen Körper bedingt werden. Die abweichenden Formen der Kohle machen es daher nothwendig, dieselben einzeln zu beschreiben, und es sei nur im Allgemeinen bemerkt, daß wenn auch die krystallisirte Kohle, die Pflanzenkohle, die Thierkohle und die mineralischen Kohlen große Unterschiede darbieten, doch alle insofern übereinstimmen, daß wir die Kohle unter allen Umständen als einen festen, geruch- und geschmacklosen, unschmelzbaren und nicht flüchtigen Körper bezeichnen können, der mit Ausnahme des schmelzenden Gußeisens in keinem anderen Stoffe auflöslich ist.

§. 48. Der krystallisirte Kohlenstoff, Diamant genannt, erregte schon in den frühesten Zeiten durch seine Härte, Durchsichtigkeit, durch ungemeinen Glanz und das Vermögen, das Licht in seine Farben zu brechen, die Aufmerksamkeit, selbst der rohesten Völker, und diese ausgezeichneten Eigenschaften, sowie die Seltenheit seines Vorkommens erhoben ihn zum Range des kostbarsten aller Edelsteine. Der Diamant ist dichter als jede andere Kohle, denn sein spec. Gewicht beträgt 4,0 und an Härte übertrifft er alle übrigen Körper, denn er wird von keinem derselben geritzt. Da er übrigens zugleich spröde ist, so läßt er sich zerstoßen, wie ja auch die härteste Feile leicht zerbrochen werden kann.

Man findet den Diamant im Schuttland Ostindiens (Golkonda), Westindiens (Peru, Brasilien) und neuerdings auch im Ural (Sibirien), sowie im Treibsande ihrer Flüsse. Das mühselige Auslesen dieser funkelnden Körner, das meist durch Sclavenarbeit geschieht, möchte bei uns kaum die Kosten der Arbeit ertragen, und führte der Rhein auch Diamanten, sie würden ihm wohl ebenso verbleiben, wie sein Goldsand.

Die in den Diamantwäschereien aufgefundenen, sogenannten rohen Steine erhalten jedoch ihren eigenen Werth erst, indem sie geschliffen werden, wozu man, da kein anderes Mittel diesen Edelstein angreift, zerstoßener Diamanten sich bedient. Sie erhalten dadurch regelmäßige, ebene Flächen, Facetten, und wenn sie kleiner sind, den Namen von Brillanten, während große Solitäre genannt werden. Entweder faßt man sie frei (à jour) in Silber oder giebt ihnen eine schwarze Unterlage, die sogenannte Folie.

Wir kennen die Bedingungen nicht, unter welchen die Kohle krystallisirt oder Diamant bildet, und es spricht nur eine geringe Wahrscheinlichkeit dafür, daß wir je im Stande sein werden, dieselben zu erfüllen und Diamant künstlich zu erzeugen. Vielleicht waren in der ungeheuren Werkstätte der Natur Kohlenmassen viele Jahr-

hunderte lang einer ungeheuren Hitze ausgesetzt, von der wir nicht einmal eine Vorstellung haben und die den Kohlentheilchen gestattete, sich in regelmäßiger Weise zu ordnen.

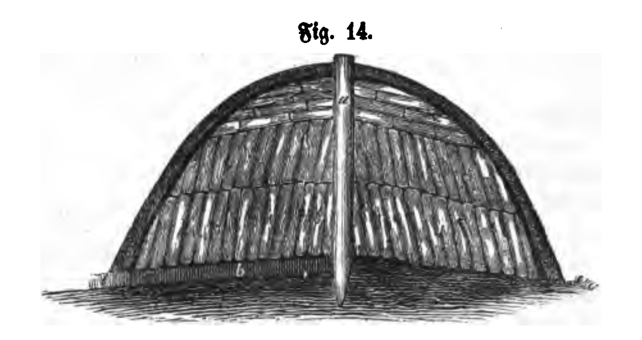
Es währte lange Zeit, bis man die Ueberzeugung gewann, daß zwei auf den ersten Blick so ungemein verschiedene Körper wie Diamant und Kohle ein und derselbe Stoff seien. Hierzu gab zunächst ein Zufall die Veranlassung, indem bei einem Versuche, mehrere kleinere Diamante zusammenzuschmelzen, dieselben verschwanden. Die nähere Untersuchung zeigte, daß sie verbrannt waren, d. h., daß sie sich mit Sauerstoff verbunden und damit Kohlensäure (CO_2) gebildet hatten, einen Körper, der durch das Verbrennen von gewöhnlicher Kohle mit ganz denselben Eigenschaften erhalten wird. Erhitzt man daher den Diamant unter Abschluß der Luft in einem verschlossenen Gefäße, so bleibt er vollkommen unverändert.

Dieser Körper ist jedoch nicht ausschließlich Gegenstand des eiteln Schmuckes, sondern er leistet uns einen schätzenswerthen Dienst zum Zerschneiden oder vielmehr Sprengen des Glases, wozu seine Härte ihn vorzüglich geeignet macht.

Keine der übrigen Kohlenarten ist so frei von fremden Beimengungen, als der Diamant, und wir betrachten ihn daher mit Recht als reinsten und vollkommensten Kohlenstoff.

§. 49. Die Pflanzenkohle oder vegetabilische Kohle verräth durch den Namen ihren Ursprung. Alle Pflanzenstoffe ohne Ausnahme enthalten Kohlenstoff, der auf mannichfache Weise aus denselben abgeschieden werden kann. Da außerdem Wasserstoff und Sauerstoff ihre Hauptbestandtheile sind, so daß wir im Allgemeinen die Pflanzenstoffe unter der Formel x (CHO) uns vorstellen können, so reicht das Erhitzen derselben bei gehemmtem Luftzutritt hin, um die letzteren Stoffe als Wasser verbunden, auszutreiben und Kohle als Rückstand zu gewinnen. Dieses geschieht dann zunächst bei der Gewinnung der Holzkohle, welche aus den schweren Holzarten, vorzüglich aus Buchenholz in Meilern, Fig. 14, bewerkstelligt wird.

Fig. 14.



Das zusammengeschichtete Holz wird außen mit Rasen und Erde bedeckt, alsdann inwendig angezündet, und da man nur hier und da kleine Oeffnungen in

die Decke macht, daß wenig Luft hinzutreten kann, so geräth zwar allmälig der ganze Meiler in Gluth, aber nur der Sauerstoff und Wasserstoff des Holzes gehen in den Verbrennungsproducten hinweg, während die Kohle unverbrannt zurückbleibt. Indessen wird doch auch ein beträchtlicher Theil der letzteren verzehrt, und zwar um so mehr, je vollkommner man die übrigen Stoffe ausbrennt. Um diesen Verlust an Brennstoff zu vermeiden, wird in neuerer Zeit häufig die Verkohlung nicht allzuweit fortgesetzt, und dadurch die sogenannte Rothkohle erhalten.

Man kann annehmen, daß 100 Gewichtstheile lufttrocknes Holz enthalten:

20 Procent in den Poren befindliches Wasser,
40 » Wasserstoff und Sauerstoff,
40 » Kohle,

100 Gewichtstheile Holz.

Demnach haben wir in 100 Pfund lufttrocknen Holzes nur 80 Pfund Holz, und in diesem 40 Pfund Kohle. Aber selbst die sparsamste Verkohlung liefert nur etwa 25 Pfund, die gewöhnliche dagegen meist nur 20 Pfund Kohle aus 100 Pfund Holz.

Die Holzkohle ist außerordentlich porös und besitzt daher eine sehr geringe Dichte. Die der Buchenkohle ist = 0,187 und ein Cubikfuß (die Zwischenräume mitgerechnet) derselben wiegt 8 bis 9 Pfund. Sie besitzt in hohem Grade das Vermögen, Wasserdampf und Luft in ihren Zwischenräumen anzuziehen und zu verdichten, wodurch mitunter eine Erwärmung und Selbstentzündung derselben entstehen kann. Schüttelt man fauliges Wasser, das Schwefelwasserstoff und Ammoniak enthält, mit dem Pulver frischgeglühter Holzkohle, so nimmt diese jene beiden übelriechenden Gase vollständig auf, und das Wasser kann auf diese Weise trinkbar gemacht werden. Auch Farbestoffe zieht die Holzkohle an, jedoch in geringerem Grade, als wir dies bei der Thierkohle beschreiben werden.

Die Holzkohle wird zu einer Menge technischer Zwecke benutzt, am allgemeinsten zu starken Feuerungen im engen Raume. Von großer Bedeutung ist außerdem ihre Anwendung als Desoxydationsmittel, d. h. um den Oxyden ihren Sauerstoff zu entziehen, indem sie sich mit demselben zu Kohlensäure verbindet. Fast alle Metalle, und namentlich das Eisen werden gewonnen, indem man ihre Oxyde mit Kohle zusammenglüht. Nächstdem ist ihre Anwendung zu Schießpulver eine der wichtigsten.

Die Kohle ist an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur nur wenig und im Wasser und in der Erde fast unveränderlich. Man bedient sich dieser Eigenschaft zweckmäßig, indem man Pfähle, die in die Erde eingelassen werden sollen, an ihren Enden, und Fässer, in denen Wasser zum Seetransport aufbewahrt werden soll, inwendig verkohlt.

Eine Pflanzenkohle in feinvertheiltem Zustande ist der Kienruß und Lampenruß, wovon der erstere zu gröberen, der letztere zu feineren schwarzen Farben (Tusche) benutzt wird. Man gewinnt den Kienruß durch das sogenannte Rußschweelen, indem man Harz, harzreiches Holz und dergleichen bei unvollkommenem Luftzutritt verbrennt und den entstehenden Rauch in eine Hütte leitet, in welcher der Ruß sich absetzt.

Das Frankfurter Schwarz oder das Druckerschwarz ist eine durch das Verkohlen von Weinhefe erhaltene, sehr fein zertheilte, jedoch mit Kalisalzen gemengte Kohle.

Alle diese Pflanzenkohlen sind nicht als vollkommen reiner Kohlenstoff zu betrachten. Man erkennt dies leicht daran, daß sie beim Verbrennen Asche hinterlassen. Natürlich muß die aus 100 Pfund Holz gewonnene Kohle ebenso viel Asche hinterlassen, als man beim Verbrennen des Holzes erhalten hätte. Aus 100 Pfund Buchenkohle gewinnt man etwa 0,03 Procent Asche. Der wohlausgeglühte Lampenruß dagegen ist als fast chemisch reine Kohle anzusehen.

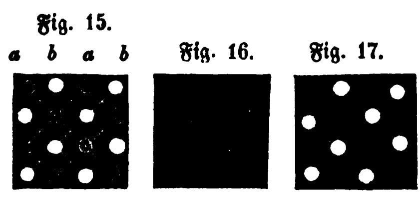
§. 50. Thierkohle nennen wir die schwarze Masse, welche beim Verkohlen von Thierstoffen zurückbleibt. Sie ist von der vorhergehenden sehr verschieden, sowohl in ihren äußeren als chemischen Eigenschaften. — Indem wir von dem Fette der Thiere absehen, welches sich in jeder Beziehung wie die fetten Stoffe der Pflanzen verhält, verstehen wir unter Thierstoffen zugleich das Muskelfleisch, die Haut (Leder), Knorpel, die Gallerte der Knochen und das Blut. Wir denken uns ferner diese Stoffe im getrockneten, also wasserfreien Zustande. Sie bestehen alsdann ihrer Hauptmasse nach aus ungefähr:

55	Gewichtstheilen	Kohlenstoff,
22	»	Sauerstoff,
7	»	Wasserstoff,
16	»	Stickstoff,
(100	Gewichtstheile thierischer Substanz)	

und enthalten außerdem noch Phosphor, Schwefel und Salze. Beim Erhitzen blähen diese Stoffe sich auf, schmelzen und backen zusammen, und liefern endlich eine dichte, meist metallisch glänzende, zum Theil schlackenartig aussehende Kohle. Dieselbe ist natürlich nicht als reiner Kohlenstoff zu betrachten, denn außer phosphorsauren und schwefelsauren Salzen enthält sie namentlich eine beträchtliche Menge Stickstoff, so daß man sie füglich Stickstoffkohle nennen kann. Dies macht sie jedoch vorzüglich zur Darstellung einer chemischen Verbindung geeignet, welche die Grundlage zur Fabrikation des Berliner Blaues bildet, und die wir unter dem Namen Cyan genauer kennen lernen werden.

§. 51. Knochenkohle, Beinschwarz oder gebranntes Elfenbein, ist eine thierische Kohle, die erhalten wird, indem Knochen der unvollkommenen Verbrennung ausgesetzt werden. Wir müssen uns nämlich einen jeden Knochen in seiner ganzen Masse als aus zwei vollständig in einander verwebten, zelligen Gebilden

bestehend denken, wie dies Fig. 15, Fig. 16 und Fig. 17 etwa versinnlichen soll,



wo a a die Theilchen des einen Gewebes vorstellen, welches weich ist und Knochengallerte oder Leim genannt wird, während b b die Theilchen des harten Gewebes sind, welches unverbrennlich ist, da es aus phosphorsaurem Kalk besteht. In der That glühen wir Knochen bei ungehindertem Luftzutritt, so verbrennen die Gallerttheilchen a a vollständig, und es bleibt nur das weiße, feste Kalkgewebe, Fig. 17, stehen (weißgebrannte Knochen). Lege ich dagegen einen Knochen in Salzsäure, so löst diese das Kalksalz auf, ohne die Gallerte anzugreifen, und diese bleibt daher übrig, wie Fig. 16 andeutet. Verkohlt man diese ausgezogene Gallerte für sich, so backen die Kohlentheilchen zusammen, und man erhält eine dichte, von der oben beschriebenen nicht verschiedene Stickstoffkohle. Wird dagegen die Gallerte in den Knochen verkohlt, indem man diese bei gehindertem Luftzutritt glüht, so verhindern die zwischen den Gallerttheilchen liegenden Kalktheilchen das Zusammenhängen der Kohletheilchen, und man bekommt daher in den schwarzgebrannten Knochen eine außerordentlich feinzertheilte thierische Kohle.

Die Knochenkohle ist vorzüglich ausgezeichnet durch ihre Fähigkeit, sich mit Farbestoffen, die aufgelöst sind, zu verbinden, und dieselben vollständig aus den Flüssigkeiten zu entfernen. Man schüttele rothen Wein oder rothe Tinte mit einigen Löffeln voll Knochenkohle, und es wird nachher beim Durchseihen eine wasserhelle Flüssigkeit ablaufen. Hiervon wird in der Zuckerfabrikation ein bedeutender Vortheil gezogen, indem man dem braungefärbten Zuckersafte Knochenkohle zusetzt, wodurch er vollkommen farblos wird und den blendend weißen Zucker liefert. Aber auch viele andere chemische Präparate werden mittels der Knochenkohle von beigemengten färbenden Stoffen befreit oder entfärbt.

Bekannter als das Vorhergehende ist die Anwendung der Knochenkohle zur Bereitung der Stiefelwichse, zu der man gewöhnlich 2 Theile Knochenkohle mit ½ Theil Schwefelsäure vermengt und dann 2 Theile Syrup und etwas Wasser zusetzt.

§. 52. Der Graphit, auch Reißblei genannt, ist ein dem Urgebirge angehöriges Mineral, das mitunter aus reiner Kohle besteht, in der Regel jedoch etwas Eisen enthält und beim Schmelzen des Eisens in Hochöfen auch künstlich sich bildet. Derselbe hat eine grauschwarze Farbe, ist metallisch glänzend und abfärbend, so daß er auf dem Papier Striche giebt, worauf seine Benutzung zur Verfertigung der Bleistifte beruht. Eine weniger reine mineralische Kohle, der Anthracit, ist mehr der Steinkohle ähnlich und hinterläßt beim Verbrennen erdige Asche. Beide werden in dem mineralogischen Theile näher beschrieben.

Die Steinkohle, die Braunkohle und der Torf sind kohlehaltige Gebilde, hervorgegangen aus der freiwilligen Pflanzenzersetzung, bei deren Betrachtung von diesen Erzeugnissen die Rede sein wird.

Verbindungen des Kohlenstoffs.

Die Kohle verbindet sich in mehreren Verhältnissen mit Sauerstoff: §. 53.

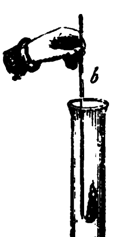
Die Kohlensäure (CO_2) ist ein farbloses, geruchloses Gas, welches immer der atmosphärischen Luft beigemengt ist, in dem Verhältniß, daß 5000 Maaß derselben 2 Maaß Kohlensäure enthalten. Außerdem kommt sie in vielen Mineralen, mit Metalloxyden und namentlich mit Kalk verbunden, vor, eine Verbindung, aus welcher ganze Gebirgszüge bestehen.

Fortwährend gebildet wird diese Säure beim Verbrennen und Verwesen kohlehaltiger Körper, bei der Gährung und beim Athmen der Thiere. Die Menge derselben in der Luft müßte demnach beständig zunehmen, allein die Pflanzen nehmen Kohlensäure aus der Atmosphäre auf, so daß ein merkwürdiges Gleichgewicht hergestellt wird. Diese wichtige Beziehung des Kohlenstoffs zur Pflanzen- und Thierwelt werden wir noch Gelegenheit haben, genauer zu betrachten.

Zur Darstellung der Kohlensäure bedient man sich am bequemsten des kohlensauren Kalks (CO_2, CaO), z. B. der Kreide, die man mit irgend einer der stärkeren Säuren, gewöhnlich mit Salzsäure übergießt. Die Kohlensäure wird abgeschieden und entweicht in Luftblasen, wodurch ein heftiges Aufbrausen entsteht. Dieses letztere ist ein charakteristisches Merkmal für die kohlensäurehaltigen Verbindungen, wenn sie mit einer starken Säure benetzt werden.

Wird in ein mit Kohlensäure gefülltes Gefäß ein brennender Körper getaucht, so erlischt er augenblicklich. Ebenso plötzlich sterben Menschen und Thiere, die reine Kohlensäure athmen, und dieses Gas ist daher für die Lunge als ein höchst gefährliches Gift zu betrachten. Da seine Dichte 1,5 oder um die Hälfte größer als die der Luft ist, so sinkt es in dieser etwa auf ähnliche Weise unter, wie Zuckersyrup, den wir in ein Glas mit Wasser gießen, und erst allmälig tritt Vermischung ein. Wenn man daher auf den Boden des Cylinders, Fig. 18, ein brennendes Licht hält und aus einem mit Kohlensäure gefüllten Gefäße das Gas langsam hineingießt, so erlischt das Licht, sobald jenes die Höhe der Flamme erreicht. In Kellern, wo große Mengen von Most oder Bier gähren, ist beständig die untere Luftschicht fast reine Kohlensäure, und nicht selten ersticken darin Diejenigen, welche sich eines Geschäftes wegen bücken und so dieselbe einathmen. Man unterhält deswegen einen hinreichenden Luftwechsel, um dieses Gas zu entfernen, oder man rührt gebrannten Kalk mit Wasser an und schüttet die milchige Flüssigkeit,

Fig. 18.



welche außerordentlich schnell die Kohlensäure aufnimmt, auf den Boden. Für Solche, die an Kohlensäure erstickt sind, ist das Einathmen oder Riechen an Ammoniak (Salmiakgeist) das beste Gegenmittel.

Aus den tieferen Schichten der Erde, wo an manchen Stellen fortwährend kohlenhaltige Körper zersetzt werden, dringen luftige Ströme von Kohlensäure hervor, ähnlich wie die Wasserquellen. Gräbt man, namentlich in vulcanischen Gegenden, Löcher von einiger Tiefe, so hört man mit Geräusch jenes Gas hervordringen. Daher sammelt es sich häufig in der Tiefe von Brunnen, von Bergwerken, und veranlaßt auch da Unglücksfälle. Bei Neapel ist eine Höhle, die sogenannte Hundsgrotte, in welcher die aus dem Boden kommende Kohlensäure eine Schicht von einigen Fuß Höhe bildet. Während Menschen ohne Gefahr darin aufrecht gehen können, sterben Hunde, sobald sie in dieselbe gelangen. In Indien ist ein Thal, das sogenannte Giftthal, rings von Bergen eingeschlossen, dessen kohlesäurehaltige Luft Menschen und Thiere tödtet, die dasselbe betreten.

Die Kohlensäure ist in Wasser auflöslich, und ertheilt demselben einen angenehm erfrischenden, schwach säuerlichen Geschmack. Alles im Freien vorkommende Wasser enthält etwas Kohlensäure aufgelöst. Treffen jedoch in der Erde Quellen von Kohlensäure und Wasser zusammen, so nimmt letzteres eine große Menge derselben auf und wird alsdann Sauerwasser, Säuerling genannt, wie z. B. das Selterser Wasser und viele andere. Ebenso ist die Kohlensäure in vielen Flüssigkeiten enthalten, die durch Gährung entstanden sind, wie im jungen Wein, im Bier und Champagner. Da nun der Genuß dieser Flüssigkeiten innerhalb gewisser Gränzen nicht nachtheilig ist, so geht daraus hervor, daß die Kohlensäure im Magen keine giftige Wirkungen äußert, sondern nur in der Lunge.

Wenn die Kohlensäure in geeigneten Vorrichtungen stark zusammengedrückt wird, so verwandelt sie sich in eine Flüssigkeit, welche bei Aufhebung des Druckes außerordentlich rasch verdunstet und dadurch eine solche Menge von Wärme bindet (Physik §. 146), daß eine Kälte von — 80° bis 90° entsteht, bei der ein Theil der flüssigen Säure selbst gefriert. Die Kohlensäure bietet daher ein wichtiges Beispiel des in der Physik aufgestellten Grundsatzes, daß der Zustand der Körper wesentlich durch die Temperatur bedingt ist.

Die Kohlensäure wird zur Bereitung des Bleiweißes (kohlensaures Bleioxyd, $PbO + CO_2$) und der künstlichen, sogenannten mussirenden Getränke benutzt.

Kohlenoxyd (CO) heißt die niedere Oxydationsstufe der Kohle, die sich bildet, wenn diese bei unzureichendem Luftzutritt verbrannt wird. Dieses Gas verbrennt mit schön blauer Flamme, die man häufig an Lichtflammen und Kohlenfeuern beobachtet, zu Kohlensäure. Es ist ebenfalls unathembar und gewöhnlich mit der Kohlensäure die Ursache der Erstickungszufälle, die entstehen, wenn in verschlossenen Zimmern Kohlen verbrannt werden.

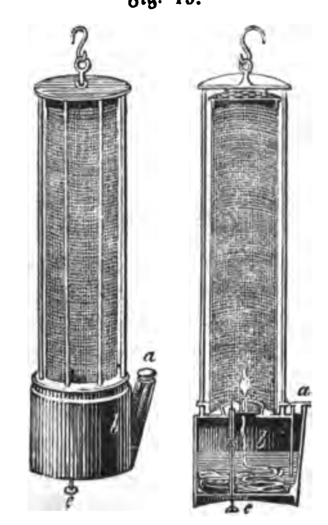
Kohlenwasserstoff.

§. 54. In allen Fällen, wo Pflanzenstoffe, die wir uns immer unter der Formel xCHO (§. 49) vorstellen, zersetzt werden, verbindet sich ein Theil ihres Kohlenstoffs mit einem Theil des Wasserstoffs zu gasförmigen Verbindungen. Enthält der Pflanzenstoff sehr viel Kohle, wie dies bei Harzen, Fetten u. s. w. der Fall ist, und geschieht die Zersetzung bei höherer Temperatur, so entsteht das Doppelt-Kohlenwasserstoffgas = CH, welches mit stark leuchtender Flamme brennt, und daher **Leuchtgas** heißt.

Wenn aber die Zersetzung der Pflanzenstoffe bei niederer Temperatur stattfindet, z. B. wenn Pflanzenreste in Sümpfen oder in den Gruben der Bergwerke verwesen, so bildet sich das Einfach-Kohlenwasserstoffgas = CH_2, welches daher Sumpfluft oder **Grubengas** genannt wird.

Das Grubengas ist farblos, im reinen Zustande geruchlos, und verbrennt, wenn man es anzündet, mit schwach leuchtender Flamme. Seine Dichte ist 0,5. Wird dieses Gas mit Luft gemengt, und alsdann entzündet, so findet eine ähnliche Explosion Statt, wie wenn Knallluft (§. 28) angezündet wird. In den Steinkohlenbergwerken erzeugt sich nur fortwährend eine außerordentliche Menge dieses Gases, vermischt sich in den Gruben mit Luft und veranlaßt furchtbare Explosionen, wenn zufällig durch ein Grubenlicht der Arbeiter dieses Gasgemenge angezündet wird. Eine große Anzahl armer Bergleute haben schon durch dieses Gas, welches sie **Schwaden** oder **schlagende Wetter** nennen, ihr Leben eingebüßt. Die Unglücksfälle führten zur Entdeckung der **Sicherheitslampe** (Fig. 19). Dieselbe besteht aus einer gewöhnlichen Oellampe, die mit einem Drahtgitter rings umgeben ist Bringt man eine solche Lampe in das explodirende Gasgemenge, so tritt dieses durch die Oeffnungen des Gitters in die Lampe, und entzündet sich darin. Die Flamme erleidet jedoch durch das Metallgewebe eine solche Abkühlung, daß sie erlischt, ohne nach außen sich fortzupflanzen. Von dieser Abkühlungsfähigkeit der Drahtgitter kann man sich leicht überzeugen, wenn man ein Drahtgewebe quer in die Flamme eines Lichtes hält, die alsdann nicht durch das Gitter geht.

Fig. 19.



Das Grubengas ist zum großen Theil in dem zur Gasbeleuchtung und zum Füllen der Luftbälle angewendeten Gasgemenge enthalten.

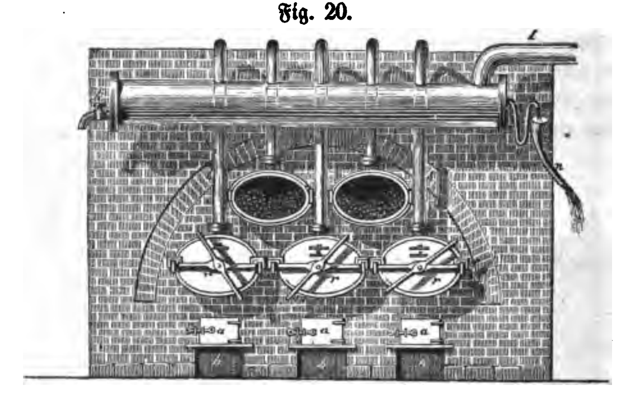
§. 55. Das **Leuchtgas** (CH) wird erhalten, wenn Körper, die reich an Kohlenstoff und Wasserstoff sind und wenig Sauerstoff enthalten, in verschlossenen Ge-

fäßen geglüht werden. Es ist farblos und brennt mit schön leuchtender Flamme und bei all' unseren künstlichen Beleuchtungen ist es dieses Gas, welchem wir das hellste Licht verdanken. Es wird entweder sogleich an der Stelle und im Augenblicke seiner Erzeugung wieder verbrannt, wie dies bei dem Brennen der Kerzen und Lampen der Fall ist, oder es wird in eigene Behälter, Gasometer, und von da durch Röhren weiter geleitet, in welchem Falle sein Verbrauch den Namen der Gasbeleuchtung erhält.

Die Erzeugung des Leuchtgases geschieht am einfachsten, indem man in glühende eiserne Röhren Fette oder Harze, wozu man die wohlfeilsten, sonst kaum brauchbaren Sorten wählt, eintropfen läßt. Sie werden alsdann zersetzt und liefern ein Gasgemenge, das mit vorzüglich schöner, hell leuchtender Flamme brennt. Diese Fabrikation scheint jedoch nicht wohl einer allgemeinen Ausdehnung fähig zu sein, weil alsdann jene Stoffe zu theuer werden würden. Keineswegs ist dieses bei der Bereitung des Gases aus Steinkohlen zu fürchten, die namentlich in England allgemein ist.

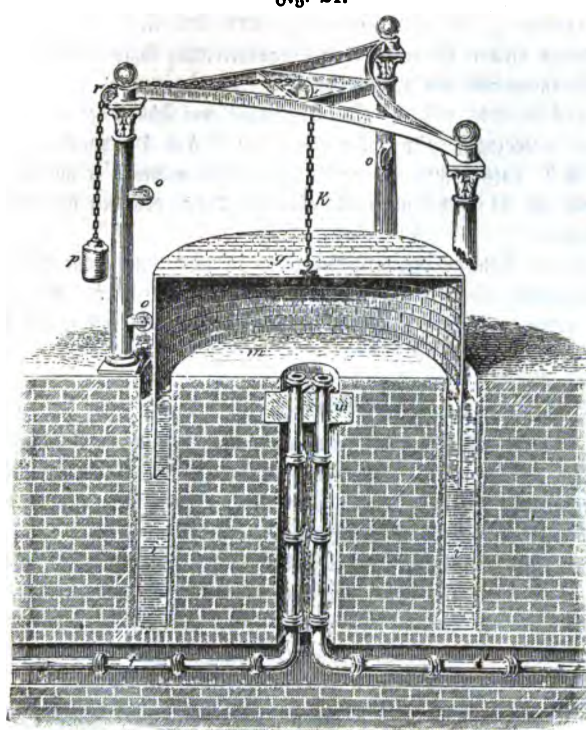
§. 56. Die Fabrikation des Steinkohlengases zerfällt in drei Theile, nämlich in die Erzeugung, in die Reinigung und in die Aufsammlung und Vertheilung desselben. Die Erzeugung geschieht immer in länglich runden sogenannten Retorte-Cylindern von Eisen (Fig. 20), oder, da diese sehr schnell abgenutzt werden, in starken Gefäßen von Thon, deren Durchschnitt etwa dem Zeichen ⌂ gleicht. Es liegen solcher gewöhnlich fünf in einem Ofen, sie werden mit trocknen Steinkohlen gefüllt und einer mäßigen Rothglühhitze ausgesetzt. Es entwickelt sich Gas, das jedoch mit Dämpfen von Theer, mit schwefliger Säure (SO_2), mit Ammoniak (NH_3) und mit Kohlensäure verunreinigt ist, die seiner Anwendung nachtheilig sind. Man leitet es daher zunächst in den horizontal liegenden Cylinder *i i*, wo der meiste Theer sich absetzt, der von Zeit zu Zeit durch den Hahn *k* abgelassen und zu manchen Zwecken benutzt wird. Das Gas streicht alsdann durch mehrere Behälter, in welchen man feuchten Kalk auf Moos ausgebreitet hat, der dem Gase die schweflige Säure und die Kohlensäure

Fig. 20.



entzieht. Es ist jetzt zum Gebrauche tauglich und wird in dem Gasometer, Fig. 21, angesammelt, welcher ein großes aus Eisenblech luftdicht zusammengefügtes, mit Wasser angefülltes Gefäß ist, das mit einem Gegengewicht versehen, sehr leicht in die Höhe gehoben werden kann. Indem nun das Gas durch t eintritt, hebt es allmälig den Gasometer, bis er ganz gefüllt ist, worauf man dem Hahn der Zuleitungsröhre abschließt. Soll das Gas nun in die nach den verschiedenen Punkten seiner Anwendung gehenden Röhren (Fig. 21) treten, so öffnet man den Hahn des Ausführungsrohres t′, beschwert den Gasometer mit einem Gewicht, wodurch er langsam heruntersinkt, und in dem Maaße, als oben Gas entweicht, unten mit Wasser sich füllt. Diese Gasometer besitzen mitunter den Umfang eines großen Hauses.

Fig. 21.



§. 57. Das Steinkohlengas ist immer ein Gemisch von Leuchtgas, Grubengas, Kohlenoxydgas und Wasserstoff in sehr veränderlichen Mengen, je nach der Beschaffenheit der Kohle und der Fabrikation. Im Anfange der Destillation beträgt das Leuchtgas, welches natürlich der werthvollste Theil ist, ungefähr ein Fünftel, allein gegen das Ende der Arbeit, oder bei allzu starker Rothglühhitze, vermindert sich seine Menge beträchtlich, während die des Wasserstoffs zunimmt.

Man kann annehmen, daß eine Gasflamme stündlich 1½ bis 2 Cubikfuß Gas verzehrt. Aus 1 Pfund Steinkohle erhält man im Durchschnitt 5 bis 6 Cubikfuß Gas; sehr vorzügliche Kohlen liefern jedoch 7 bis 9 Cubikfuß aus derselben Menge. Aus 1 Cubikfuß Oel werden 600 bis 700 Cubikfuß Gas und aus 1 Pfund Harz 14 bis 23 Cubikfuß Gas dargestellt. 100 Cubikfuß Gas

kosten 16 bis 20 Kreuzer oder 5 bis 6 Groschen. Diese Angaben beziehen sich auf großh. hess. Maaß und Gewicht (vergl. Phys. §. 7). Der Preis des Steinkohlengases in Frankfurt a. M. ist 4 Gulden für 1000 Cub.-Fuß engl.

In den Retorten bleiben bei der Steinkohlengasbereitung sogenannte Kook zurück, die als Brennmaterial von vorzüglicher Güte benutzt werden.

Endlich sei noch bemerkt, daß das Steinkohlengas zum Füllen der Luftbälle dem Wasserstoffgas vorgezogen wird. Ein Ball von 3 Fuß Durchmesser, mit ersterem gefüllt, ist 22 Loth leichter als bei gleichviel Luft, während er mit Wasserstoff gefüllt zwar um 34 Loth leichter ist, aber die Kosten desselben sind mehr als das Zwanzigfache.

§. 58. Außer den beiden Kohlenwasserstoffgasen giebt es noch eine große Anzahl chemischer Verbindungen, die nur aus diesen beiden Stoffen bestehen. Sie bilden jedoch mehr zusammengesetzte Gruppen und werden deshalb erst später betrachtet werden.

Kohlenstickstoff.

§. 59. Die Kohle verbindet sich nur schwierig und unter besonderen Umständen mit dem Stickstoffe. Wenn man stickstoffhaltige Kohle (§. 50) mit einem Metall glüht, so treten beide Stoffe zu einem neuen Körper zusammen, der Cyan ($= CN$) genannt wird und mit dem Metall sich verbindet.

Durch Glühen einer Verbindung des Quecksilbers mit Cyan ($HgCy$) erhält man das letztere als ein farbloses Gas, von stechendem Geruch, das angezündet mit schön pfirsichblüthrother Flamme verbrennt. Dieser Körper hat hinsichtlich seiner Verbindungsweise eine so große Aehnlichkeit mit dem Chlor, Brom, Jod und Fluor, daß er in dieser Hinsicht jenen Körpern beigesellt werden kann. Man hat daher auch zu seiner Bezeichnung anstatt CN das einfachere Zeichen Cy angenommen. Der Name Cyan bedeutet soviel als Blaustoff, weil derselbe mit Eisen eine schöne kornblumenblaue Verbindung, das sogenannte Berliner-Blau bildet.

Mit Wasserstoff bildet das Cyan die Cyanwasserstoffsäure (CyH), gewöhnlich Blausäure genannt, die durch Destillation von Cyanquecksilber mit Chlorwasserstoffsäure erhalten wird ($HgCy, ClH = CyH, ClHg$). Diese Säure ist ein farbloses Gas von eigenthümlichem, sehr starkem Geruch nach bitteren Mandeln, auflöslich in Wasser, dem es seine Eigenschaften mittheilt. Die Blausäure ist eine der furchtbarsten Gifte, namentlich im wasserfreien Zustande. Mit Wasser verdünnt wird sie jedoch als Arzneimittel gegeben, und die Kerne des Steinobstes und namentlich die bitteren Mandeln, sowie die Blätter des Kirschlorbeers, welche geringe Menge von Blausäure enthalten, werden ebenfalls in der Medicin, außerdem auch zu Backwerk und zur Bereitung des Kirschwassers benutzt.

Schwefelkohlenstoff.

In einer Röhre von Eisen oder Thon werden Holzkohlen glühend gemacht, alsdann Schwefel durch eine Oeffnung derselben eingebracht, dessen Dämpfe nun über die Kohlen streichen, sich mit ihnen zu einem flüchtigen Körper verbinden,

welcher in einem mit jener Röhre verbundenen Verdichtungsapparat (s. Physik Fig. 97) als eine wasserhelle Flüssigkeit sich ansammelt. Diese Flüssigkeit, Schwefelkohlenstoff (SC) genannt, ist eins der auffallendsten Beispiele, wie durch die chemische Verbindung die Eigenthümlichkeit ihrer Bestandtheile aufgehoben wird. Aus dem festen gelben Schwefel, der sich mit der festen schwarzen Kohle verbindet, erhalten wir einen flüssigen, wasserhellen Körper, der außerordentlich flüchtig ist, einen unangenehmen starken Geruch besitzt und das Licht so stark bricht, daß man die schönsten Farbenbilder (Ph. §. 170) durch die Glasgefäße, die ihn enthalten, erblicken kann. Der Schwefelkohlenstoff ist dichter als Wasser, löst mit Leichtigkeit den Schwefel und mehrere Harze auf, wird jedoch kaum angewendet.

12. Kiesel.

Silicium; Zeichen: Si = 22.

§. 61. Das Kiesel kommt niemals in unverbundenem Zustande vor, allein seine Verbindung mit Sauerstoff, die Kieselsäure (SiO_3), ist ein Hauptbestandtheil der meisten Minerale, und wir dürfen wohl annehmen, daß nächst dem Sauerstoff das Kiesel die Hauptmasse der festen Erde ausmacht.

Von dem Sauerstoff abgeschieden, stellt das reine Kiesel ein Pulver von braungrauer Farbe dar, das nicht flüchtig ist und beim Erhitzen in Sauerstoffgas mit diesem zu schneeweißer Kieselsäure sich wieder verbindet.

Die Kieselsäure (SiO_3) hat man in mehreren Zuständen und in verschiedenen Graden der Reinheit zu unterscheiden.

Der Bergkrystall, der namentlich in den Höhlen des St. Gotthard häufig gefunden wird, ist reine krystallisirte Kieselsäure. Auch der weiße Quarz und der Rheinkiesel enthalten kaum fremde Beimengungen, was beim Feuerstein, Achat, Carneol, Jaspis u. a. m., die wir in der Mineralogie näher kennen lernen, der Fall ist. Alle zeichnen sich jedoch durch die der Kieselsäure eigenthümliche Härte aus, indem sie mit dem Stahle lebhafte Funken geben. Für sich schmilzt die Kieselsäure nur im stärksten Feuer, mit Oxyden der leichten Metalle dagegen verbindet sie sich in der Glühhitze zu einer Reihe von wichtigen Verbindungen, die wir Glas, Porzellan, Thon 2c. nennen.

Wird die Kieselsäure mit einem Ueberschuß von ätzenden Alkalien (Kali, Natron, Kalk) geglüht, so bildet sie mit denselben Salze, die in Wasser auflöslich sind und woraus sich beim Zusatz einer stärkeren Säure die schwache Kieselsäure in Gestalt einer weißen gallertigen Masse abscheidet. Die also abgeschiedene Kieselsäure ist in reinem Wasser auflöslich, verliert jedoch diese Eigenschaft, wenn sie erhitzt wird.

In jenem auflöslichen Zustande ist die Kieselsäure in den meisten Quellen enthalten, und geht dadurch in die Pflanzen über, welchen sie ein ebenso nothwendiges Nahrungsmittel zu sein scheint wie dem Menschen das Kochsalz. Manche derselben, wie namentlich die Gräser, enthalten sehr viele Kieselsäure, die beim Verbrennen derselben in der Asche sich findet. Die Eigenschaft mancher Gräser (Carex), zu schneiden, beruht auf der Ablagerung kleiner harter Krystalle

von Kieselsäure in ihren Blattzellen. Die Gehäuse einiger Weichthiere und Polypen bestehen ebenfalls aus Kieselsäure.

Die Kieselsäure hat keinen sauren Geschmack und sehr geringe Verwandtschaft, und ist deswegen vielfach mit dem Namen Kieselerde bezeichnet worden.

13. Bor.

Boron; Zeichen: $B = 10$.

§. 62. Das Bor gehört zu den seltneren Stoffen, denn nur in einigen vulcanischen Seen findet man die Verbindung desselben mit Sauerstoff, die Borsäure (BO_3) Aus dieser abgeschieden, stellt das Bor ein braungrünes, unlösliches, unschmelzbares Pulver dar, so daß hinsichtlich der äußeren Eigenschaften die gewöhnliche Kohle, das Kiesel und das Bor einige Uebereinstimmung zeigen.

Die Borsäure setzt sich aus dem Wasser jener vulcanischen Gegenden in Gestalt eines weißen Pulvers ab und wird gereinigt in farblosen Krystallblättchen erhalten, die in Weingeist löslich sind und demselben, wenn man ihn anzündet, eine schöne grüne Farbe ertheilen, wovon zu farbiger Beleuchtung oft Gebrauch gemacht wird.

Am häufigsten jedoch wird eine Verbindung der Borsäure mit Natron ($NaO + BO_3$), der sogenannte Borax, angewendet, der in starker Hitze ohne Veränderung länger geschmolzen werden kann. Man setzt ihn daher häufig beim Metallschmelzen zu, theils damit er das Zusammenfließen der Metalltheilchen erleichtere, theils daß er dasselbe vor dem Zutritt der Luft und daraus folgender Oxydation schütze. Unreiner Borax findet sich unter dem Namen Tinkal als Mineral.

b. Metalle.

§. 63. Die Metalle sind, mit Ausnahme des Quecksilbers, feste Körper, die jedoch in höherer Temperatur flüssig werden, schmelzen, und bei sehr hoher Temperatur sich in Dämpfe verwandeln. Die reine glatte Oberfläche derselben wirft das Licht mit lebhaftem Glanze, Metallglanz genannt, zurück. Die meisten Metalle haben eine bedeutende Dichte, und ihre Theilchen besitzen einen starken Zusammenhang, weshalb sie dehnbar, hämmerbar sind und in Draht sich ausziehen lassen. Sie leiten vorzugsweise die Elektricität.

Zu dem Sauerstoff haben die Metalle eine große Verwandtschaft, und bei weitem die meisten kommen in der Natur mit diesem Körper verbunden vor. Die Metalloxyde sind, im Gegensatz zu den Oxyden der Nichtmetalle, vorzugsweise Verbindungen mit basischen Eigenschaften, denn nur wenige höhere Metalloxyde haben den Charakter von Säuren und werden daher Metallsäuren genannt (§. 23). Aber sie sind in ihrer Verwandtschaft immer schwächer als die kräftigen Säuren des Schwefels, des Stickstoffs, des Phosphors und die Salzsäure. Die Mehrzahl der Metalloxyde ist in Wasser unauflöslich.

Mit dem Chlor verbinden sich die Metalle auf's Lebhafteste und bilden damit meist neutrale Verbindungen, welche Chlorete heißen und ähnliche

äußere Eigenschaften wie die Salze haben, die aus der Verbindung eines Metalloxyds mit einer Sauerstoffsäure entstehen. Sie sind meistens in Wasser auflöslich und werden in der Natur verhältnißmäßig selten angetroffen. Aehnlich wie das Chlor verhalten sich Jod, Brom, Fluor und Cyan (§. 59) zu den Metallen, und wegen ihrer Fähigkeit, mit denselben salzähnliche Verbindungen darzustellen, hat man diese Körper Salzbilder (Haloide) und ihre Salze Haloidsalze genannt, im Gegensatz zu den Sauerstoff- oder Oxydsalzen.

Der Schwefel ist nächst dem Sauerstoff derjenige Körper, mit welchem man die Metalle am häufigsten verbunden antrifft. Seine natürlichen Verbindungen mit den schweren Metallen haben ein metallisches, gewöhnlich messinggelbes Ansehen, während die künstlich bereiteten ein meist eigenthümlich gefärbtes Pulver darstellen (s. §. 43). Die Schwefelmetalle heißen Sulphurete und haben durchgehends und zum Theil sehr starke basische Eigenschaften. Einige höhere Schwefelmetalle verhalten sich jedoch wie Säuren, indem sie mit den niederen zu eigenthümlichen Schwefelsalzen sich verbinden. Die Schwefelmetalle zeigen eine große Verwandtschaft zum Sauerstoff, so daß viele schon in der Luft oder im Wasser denselben aufnehmen und sich in schwefelsaure Metalloxyde verwandeln, während andere dies erst dann thun, wenn sie erhitzt werden. Werden die Schwefelmetalle mit einer Säure übergossen, so entsteht Schwefelwasserstoff und ein Oxydsalz.

Eintheilung der Metalle.

§. 64. Sie läßt sich am leichtesten durch die folgende Tafel erkennen, auf der die Metalle nach besonderen Eigenschaften in mehreren Gruppen mit besonderen Namen dargestellt sind.

Metalle.	Eigenschaften ihrer Oxyde.	Eigenschaften ihrer Schwefelverbindungen.
A. Leichte. Dichte von 0,8 bis 1. Kommen niemals in unverbundenem Zustande vor.	Starke Basen; haben große Verwandtschaft zum Wasser und bilden damit Hydrate; geben nur in der Weißglühhitze ihren Sauerstoff an Kohle ab.	Starke Basen; oxydiren sich an der Luft zu schwefligsauren Oxydsalzen; entwickeln, mit Säure übergossen, Schwefelwasserstoff.
a. Alkali-Metalle. 1. Kalium. 2. Natrium. (Ammonium)	Sehr ätzend; stärkste Basen, denn sie scheiden alle übrigen Oxyde aus deren Verbindung mit Säure ab; sehr löslich in Wasser; verlieren ihr Hydratwasser nicht in der stärksten Hitze; ziehen an der Luft stark Kohlensäure an.	Aetzend; starke Basen; sehr löslich in Wasser; lösen viel Schwefel auf, den sie bei Zusatz einer Säure als weißes Pulver, Schwefelmilch genannt, abscheiden; wurden früher Schwefellebern genannt.

Metalle.	Eigenschaften ihrer Oxyde.	Eigenschaften ihrer Schwefelverbindungen.
b Halberd-Metalle. 3. Calcium. 4. Barium. 5. Strontium.	Aetzend; starke Basen; in Wasser wenig löslich; verlieren ihr Hydratwasser in geringer Hitze; ziehen stark Kohlensäure an.	Aetzend; starke Basen; lösen Schwefel auf; in Wasser theils löslich, theils unlöslich.
c. Erd-Metalle. 6. Magnium. 7. Aluminium.	Schwachätzend } Schwache, in Wasser unlösliche Basen. Nichtätzend }	Unlöslich in Wasser.
B. Schwere: Dichte von 5 bis 21. Finden sich meist mit Sauerstoff und häufig mit Schwefel und Arsen verb.; einige gediegen.	Schwächere Basen als die vorhergehenden, zum Theil Säuren; in Wasser unlöslich; verlieren ihr Hydratwasser in geringer Hitze.	Neutrale Verbindungen; in Wasser unlöslich; das Antimon und mehrere der seltneren Metalle haben jedoch Schwefelstufen, die sich wie Säuren verhalten.
a. Unedle. Oxydiren sich an der Luft. 8. Eisen. 9. Mangan. 10. Kobalt. 11. Nickel. 12. Kupfer. 13. Wismuth 14. Blei. 15. Zinn. 16. Zink. 17. Chrom. 18. Antimon.	Sind mit wenig Ausnahmen in den starken Säuren löslich; geben mit Kohle geglüht in der Rothglühhitze ihren Sauerstoff ab; sind größtentheils unschmelzbar; nicht flüchtig.	Die natürlichen meist messingähnlichen werden Kiese und Blenden genannt. Die künstlichen haben ausgezeichnete Farben, die im §. 43 angeführt wurden; verwandeln sich beim Erhitzen in schwefelsaure Salze.
b. Edle. An der Luft unveränderlich. 19. Quecksilber. 20. Silber. 21. Gold. 22. Platin.	Haben mehr Eigenschaften von Säuren als von Basen; zersetzen sich beim Glühen in Sauerstoff und Metall.	Hinterlassen (Schwefelquecksilber ausgenommen) bei dem Glühen reines Metall.

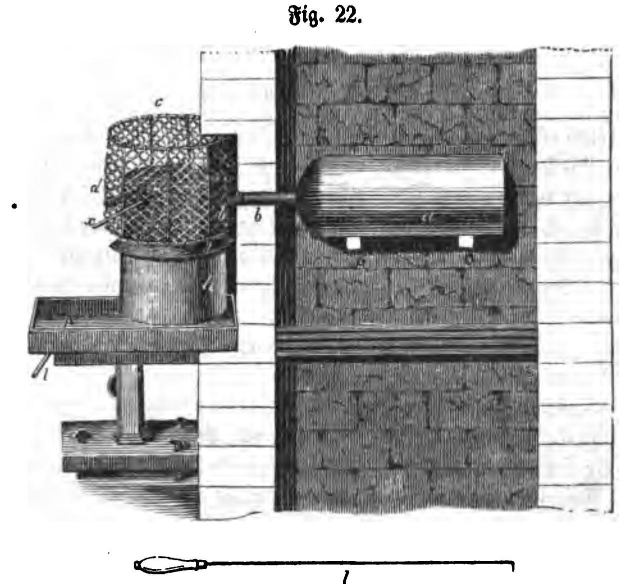
1. Leichte Metalle.

14. Kalium.

Zeichen: Ka = 39. Dichte: = 0,8.

§. 65 Wenn man kohlensaures Kali ($CaO + CO_2$) und Kohle fein gepulvert mit einander vermischt, und in einer eisernen Retorte *a*, Fig. 22, der Weißglühhitze aussetzt, so wird durch die Kohle der Sauerstoff dem Kalium entzogen, und dieses verflüchtigt sich in grünlichen Dämpfen, welche in der kupfernen Vorlage *h*, die zur Hälfte mit Steinöl gefüllt ist, in Gestalt von erbsengroßen metallischen Kügelchen sich verdichten. Zur Erleichterung dessen bedeckt man die Vorlage mit einem Drahtkorbe *c*, in den man Eis gebracht hat. Obgleich die

Fig. 22.



zur Darstellung des Kaliums dienenden Gegenstände nicht kostspielig sind, so ist es doch durch seine umständliche und wenig ergiebige Bereitung ziemlich theuer, und 1 Loth wird mit 5 bis 6 Gulden bezahlt.

Das Kalium ist silberglänzend und so weich, daß man es kneten und mit dem Messer zerschneiden kann. Am merkwürdigsten ist jedoch seine außerordentliche Verwandtschaft zum Sauerstoff. In der That, läßt man es an der freien Luft liegen, so nimmt es augenblicklich Sauerstoff auf und bedeckt sich mit einer grauen Schicht von Kalium-Oxyd. Allen Körpern, die Sauerstoff

enthalten, entzieht es denselben mit der größten Heftigkeit, und man kann es daher nur dadurch in metallischem Zustande erhalten, daß man es in Steinöl aufbewahrt, welches aus Kohlenstoff und Wasserstoff (CH) besteht, also keinen Sauerstoff enthält.

Einer der schönsten chemischen Versuche ist jedoch der, daß man ein Stückchen Kalium auf Wasser (HO) wirft, welches man in einen Teller gegossen hat. Sogleich verbindet sich das Kalium mit dem Sauerstoff desselben unter solcher Wärmeentwicklung, daß der frei werdende Wasserstoff sich entzündet und verbrennt, und das zugleich verdampfende und verbrennende Kalium der Flamme eine schöne, schwach violette Farbe ertheilt. Zischend fährt das feurige Metall auf dem Wasser hin und her, bis es vollständig zu Kaliumoxyd verbrannt ist, das im Wasser sich auflöst.

Das Kalium an und für sich hat in den Gewerben keine Anwendung, allein der Chemiker benutzt seine mächtige Verwandtschaft, um manchen anderen Oxyden, z. B. der Kieselsäure, Borsäure, dem Magnesiumoxyd, ihren Sauerstoff zu entziehen.

Verbindungen des Kaliums.

§. 66. Kalium-Oxyd (KaO), gewöhnlich Kali genannt, erhält man in Verbindung mit Wasser als Kalihydrat (KaO + HO), wenn man die wässerige Auflösung von kohlensaurem Kali so lange mit gelöschtem Kalk (S. §. 79) versetzt, bis dieser dem Kali alle Kohlensäure entzogen hat, was man daran erkennt, daß eine filtrirte Probe der Flüssigkeit beim Zusatz von etwas Salzsäure nicht mehr aufbraust. Die durch Ruhe geklärte Flüssigkeit wird alsdann zum Trocknen eingedampft und geglüht, worauf man das trockene Kalihydrat in Gestalt einer weißen, steinharten Masse bekommt, welches häufig auch Aetzkali oder Aetzstein genannt wird.

Die Auflösung des Kalis gewöhnlich Aetzlauge genannt, ist im höchsten Grade alkalisch (§. 17) und ätzend. Sie löst alle Pflanzen- und Thierstoffe, namentlich die Fette auf, und ist insofern als eine sehr gefährliche Substanz zu betrachten. Da sie ferner alle kieselhaltigen Gefäße angreift, so dürfen Arbeiten mit derselben, folglich auch ihre Bereitung, nur in eisernen oder silbernen Gefäßen vorgenommen werden.

Das Kalihydrat wird in der Medicin als ein Aetzmittel angewendet und seine Auflösung wird zur Seifenbereitung und im verdünnten Zustande zum Waschen benutzt. An der Luft zieht das Kali Kohlensäure an und geht allmälig in kohlensaures Kali über, wodurch es seine ätzenden Eigenschaften verliert.

§. 67. Das Schwefelkalium, welches unsere Aufmerksamkeit besonders verdient, ist Fünffach-Schwefelkalium (KaS_5) und entsteht, wenn trockenes kohlensaures Kali und Schwefel gepulvert gemengt und gelinde erhitzt werden. Man erhält eine geschmolzene, schön leberbraune Masse, daher auch Schwefelleber genannt, fast so alkalisch wie Aetzkali. Die Auflösung des Schwefelkaliums ist gelb und

entwickelt beim Zusatz einer Säure Schwefelwasserstoff, indem zugleich ein Theil des Schwefels als höchst feiner, weißer Niederschlag, Schwefelmilch genannt, sich abscheidet. An der Luft zieht das Schwefelkalium Sauerstoff und Feuchtigkeit an und geht in schwefligsaures Kali über. Man benutzt das Schwefelkalium in der Medicin, namentlich zu den Schwefelbädern und in der Chemie als Desoxydationsmittel. Die Auflösung desselben ist im Stande, noch eine beträchtliche Menge Schwefel aufzunehmen.

§. 68 Das kohlensaure Kali ($KaO + CO_2$) ist diejenige Verbindung des Kaliums, aus welcher alle übrigen dargestellt werden. Man erhält dieses Salz, wenn Holzasche mit heißem Wasser übergossen und die ablaufende, braune Flüssigkeit zur Trockniß verdampft und der Rückstand geglüht wird. Die weißgraue Masse wird gewöhnlich Pottasche genannt, und enthält manche fremde Salze beigemengt.

Das kohlensaure Kali hat einen mild alkalischen Geschmack und färbt geröthetes Lackmus blau, weil die Kohlensäure nicht hinreichend stark ist, um die höchst alkalischen Eigenschaften des Kalis aufzuheben. An der Luft zieht es begierig Wasser an und zerfließt endlich vollständig.

Die Asche verschiedener Pflanzen hat einen sehr ungleichen Kaligehalt, denn man erhält aus je 1000 Pfund der folgenden Pflanzenstoffe an Pottasche: Fichtenholz 0,45 Pfd.; Buchenholz 1,45 Pfd.; Eichenrinde 4 Pfd.; Stroh 5 Pfd.; Buchenrinde 6 Pfd.; Bohnenkraut 20 Pfd.; Brennnesseln 25 Pfd.; Disteln 35 Pfd.; Wermuthkraut 93 Pfd. Die Pottaschensiederei wird in Deutschlands holzreichen Gegenden, sodann in Rußland und besonders in den ungeheuren Wäldern Amerikas betrieben.

Man benutzt die Pottasche zur Darstellung aller übrigen Kaliverbindungen, namentlich des Alauns, der Seife und des Glases. Ein Centner (50 Kilogr.) kostet ungefähr 10 Thlr.

§. 69. Ein wichtiges Kalisalz ist das salpetersaure Kali ($KaO + NO_5$), meist Salpeter genannt. Bei der Gewinnung desselben wird zugleich die hierzu erforderliche Salpetersäure erzeugt. Wie wir in §. 33 gesehen haben, verbindet sich der Stickstoff mit dem Sauerstoff nur unter besonderen Umständen zu Salpetersäure. Es geschieht dies namentlich, wenn thierische stickstoffhaltige Substanzen, in Berührung mit Metalloxyden gebracht, der Zersetzung überlassen werden. Es entsteht alsdann Salpetersäure, die sich mit jenen Oxyden verbindet, und dieses ist daher der Fall in den Ställen, in der Nähe von Dungstätten, überhaupt wo Thierstoffe verwesen, und häufig sieht man Mauern von kleinen Krystallen eines bitterlich kühlend schmeckenden Salpeters überzogen. Auch indem man absichtlich Thierstoffe, Dünger mit Kali und Kalk enthaltender feuchter Erde zusammenhäuft, giebt man Veranlassung zur Bildung von Salpeter. Man zieht aus solchen salpeterhaltigen Massen mit heißem Wasser dieses Salz aus und reinigt es durch öfteres Krystallisiren, so daß es endlich in schönen sechsseitigen Säulen erhalten wird. Diese Fabrikation des Salpeters hat sich vermindert, seitdem man in Chili ein großes natürliches Lager von salpetersaurem

Natron ($NaO + NO_5$), Chilisalpeter genannt, entdeckt hat, der in den meisten Fällen statt des gewöhnlichen dienen kann.

Der Salpeter hat einen kühlend salzigen Geschmack, und wird häufig als Arzneimittel und zur Bereitung der Salpetersäure angewendet. In der Hitze schmilzt er, und wenn alsdann brennbare Stoffe mit ihm in Berührung kommen, so entziehen sie den reichlichen Sauerstoff desselben und verbrennen mit großer Lebhaftigkeit. Hierauf beruht die wichtige Anwendung dieses Salzes zu Schießpulver.

Das Schießpulver ist ein Gemenge von 76 Theilen Salpeter, 11 Schwefel und 13 Kohle, die für sich höchst fein gemahlen und feucht gemengt werden, worauf man die Masse durch Siebe drückt, so daß kleine Körnchen entstehen, die man polirt, indem sie in einem Fäßchen mit etwas Kohlenpulver umgedreht werden. Die Wirkung des Schießpulvers läßt sich leicht erklären. Dasselbe ist ein fester Körper, der aber in dem Augenblicke seiner Entzündung sich in mehrere gasförmige Verbindungen zersetzt, die namentlich noch durch die dabei erzeugte Hitze außerordentlich ausgedehnt werden und dadurch die stärksten Hindernisse beseitigen und die furchtbarsten Wirkungen hervorbringen können. Aus dem festen Schießpulver = ($KaO + NO_5$) + C + S entstehen beim Verbrennen Stickstoff, Kohlenoxyd, schweflige Säure = N, CO, SO, sämmtlich gasförmige Körper, während allein Kali (KaO) gewöhnlich mit etwas schwefliger Säure, oder bei schlechtem Pulver wohl auch Schwefelkalium (KaS) zurückbleibt.

§. 70. Das chlorsaure Kali ($KaO + ClO_5$) bildet sich in Gestalt schöner glänzender Blättchen, wenn man Chlorgas in eine gesättigte Kalilösung leitet. Dieses sauerstoffreiche Salz verbrennt mit brennbaren Stoffen noch viel lebhafter als der Salpeter und ist daher sehr gefährlich. Man benutzt es jedoch als Zusatz zur Masse der Reibzündhölzer und in der Feuerwerkerei und zur Darstellung des Sauerstoffs.

In Verbindung mit Kieselsäure (§. 61) ist das Kali in einer großen Anzahl von Mineralen enthalten, namentlich aber im Feldspath ($KaO, SiO_3 + Al_2O_3, 3SiO_3$), der außerdem noch kieselsaure Thonerde enthält. Durch dessen Verwitterung ist das Kali in den meisten Bodenarten verbreitet, und als wesentliches Nahrungsmittel fast aller Pflanzen vorhanden, aus deren Asche wir es nachher gewinnen.

Künstliches kieselsaures Kali erhält man durch Glühen von 3 Thln. Sand mit 2 Thln. Pottasche. Die geschmolzene Masse wird in Wasser gelös't und dient unter dem Namen Wasserglas zum Ueberstreichen leicht brennbarer Gegenstände, um diese gegen Feuersgefahr zu schützen.

Wird Kali mit mehr Kieselsäure zusammengeschmolzen, so erhält man das Glas, dessen jedoch erst beim Natron näher gedacht wird.

15. Natrium.

Zeichen: Na = 23.

§. 71. Dieses Metall wird aus kohlensaurem Natron ($NaO + CO_2$) ganz in derselben Weise bereitet, wie das Kalium. Es besitzt alle Eigenschaften dieses letzteren, mit der Ausnahme, daß es, auf Wasser geworfen, dieses zwar lebhaft zersetzt, sich dabei jedoch nicht entzündet. Legt man aber Natrium auf nasses Fließpapier, so erfolgt durch Reibung an diesem Entzündung, und das Metall verbrennt mit schön gelber Flamme. Außerdem zeigen das Natriumoxyd (NaO), Natron genannt, und das Schwefelnatrium so viel Uebereinstimmung in Bereitung, Eigenschaft und Anwendung mit den entsprechenden Kaliumverbindungen, daß es unnöthig ist, dieselben zu beschreiben. Wir gehen deshalb sogleich zu den Natriumverbindungen von besonderer Eigenthümlichkeit über.

§. 72. Das Chlornatrim (NaCl) ist freilich besser unter seinem gemeinen Namen Kochsalz bekannt, den wir daher auch beibehalten. Gewiß, ein Jeder wird die Wichtigkeit dieses Körpers anerkennen, der für den Menschen und viele Thiere ein unentbehrliches Nahrungsmittel ist, ohne welches uns das Verdauen der Speisen unmöglich wäre. Aber auch außerdem hat das Kochsalz für unsere Cultur eine große Bedeutung, denn es ist die alleinige Quelle, aus der wir das den Gewerben so wichtige Chlor (§. 35) schöpfen, und zugleich der Stoff, der den Hauptbestandtheil der Soda (§ 73) enthält.

Das Kochsalz ist nicht allzu reichlich in der Natur vertheilt, weshalb häufig schon Streitigkeiten zwischen Völkern wegen dieses nothwendigen Gegenstandes sich erhoben und manche Staaten den wohlfeilen Bezug desselben durch Staatsverträge sich sicherten. Es findet sich theils als festes Gestein, Steinsalz, theils in Wasser gelöst, in Salzquellen und endlich in dem Meerwasser. Seine Gewinnung ist hiernach verschieden. Das Steinsalz wird namentlich im Salzburgischen bergmännisch zu Tage gefördert. Die Salzquellen oder Soolen müssen dagegen eingedampft werden, bis sie so concentrirt sind, daß das Kochsalz krystallisirt. Sind die Soolen sogleich siedwürdig, d. h. enthalten 100 Pfund derselben 15 bis 22 Pfund Kochsalz, so bringt man sie gleich in die Siedpfannen. Leichte Soolen aber, die nur wenige Procente Salz enthalten, müssen zur Ersparniß von Brennmaterial zuerst an freier Luft verdampft oder gradirt werden. Zu diesem Ende läßt man das Salzwasser über hoch auf einander geschichtetes Dornreisig, sogenannte Gradirwerke, tröpfeln, so daß die hindurch streichende Luft aus der vertheilten Flüssigkeit leicht eine möglichst große Menge Wassers hinwegnimmt. Dieses wiederholt man so oft, bis die Soole siedwürdig ist.

In den Siedepfannen scheidet sich das Salz endlich in Gestalt der kleinen treppenartig zusammengehäuften Krystalle aus, die wir täglich in unseren Salzfässern erblicken.

Aus 100 Pfund Meerwasser gewinnt man ungefähr 2½ Pfd. Salz, indem man an heißen Küstenstrichen das Wasser in flache Teiche, sogenannte Salzsümpfe oder Salzgärten, einläßt, wo warme Winde dasselbe verdampfen und Salz zurücklassen, das weiter gereinigt, jedoch niemals die Güte des aus Salzwerken gewonnenen Salzes hat. Zum Unterschied wird es Seesalz genannt.

Reiche, 23 bis 25 procentige Soolen haben in Deutschland die Werke zu Lüneburg, Reichenhall, Wimpfen, Rappenau, Dürrheim 2c.

§. 73. In der Nähe der Salinen und des Meeres wachsen die sogenannten Salzpflanzen (Salsola), die, wenn sie verbrannt werden, als Asche kohlensaures Natron ($NaO + CO_2$) liefern, das kürzer Soda genannt wird. Dasselbe Salz, jedoch weniger rein, wird durch das Verbrennen mehrerer im Meere wachsender Pflanzen erhalten. Bei weitem die meiste Soda wird aber gegenwärtig in großen Fabriken aus dem Chlornatrium bereitet. Zu diesem Zwecke wird dieses zuerst durch Destillation mit Schwefelsäure in schwefelsaures Natron ($NaO + SO_3$) übergeführt und dabei Chlorwasserstoffsäure (ClH §. 36) als Nebenproduct gewonnen. Man glüht alsdann das schwefelsaure Natron mit Kohle und Kalk, wodurch unlösliches Schwefelcalcium und lösliches kohlensaures Natron entstehen, welches letztere man durch Wasser auszieht und theils in schönen wasserhaltigen Krystallen als krystallisirte Soda, theils durch Glühen als wasserfreie, sogenannte calcinirte Soda in den Handel bringt.

Dieses Salz hat in seinen chemischen Eigenschaften die größte Aehnlichkeit mit dem kohlensauren Kali (§. 68), und in der That können beide Salze in den meisten Anwendungen einander vertreten. Die Soda zieht an der Luft jedoch kein Wasser an. Hauptsächlich wird sie zur Fabrikation der harten Seife, des Glases und in der Färberei benutzt. Sie ist übrigens wohlfeiler als die Pottasche, denn 1 Centner calcinirte Soda kostet 9 Thaler. Die krystallisirte, die bis 63 Procent Krystallwasser enthält, ist natürlich wohlfeiler.

§. 74. Schwefelsaures Natron ($NaO + SO_3$), mit vielem Krystallwasser, wird, wie oben erwähnt, bei der Sodafabrikation gewonnen. Dieses Salz, das als ein abführendes Mittel sehr häufig angewendet wird, ist schon im 7ten Jahrhundert bekannt gewesen und nach seinem Entdecker wunderbares Glaubersalz (Sal mirabile Glauberi) genannt worden. In größerer Menge wird es zur Glasfabrikation benutzt. Wenn man 14 Loth krystallisirtes Glaubersalz fein pulvert und mit einem Gemisch von 6 Loth Schwefelsäure und 4 Loth Wasser vermengt, so erkaltet das Ganze auf 8 bis 10° unter Null, so daß Wasser, in einem schmalen Gefäße hineingetaucht, sehr schnell gefriert. Die Ursache ist, daß das Krystallwasser Wärme binden muß (Physik §. 146), um aus dem festen in den flüssigen Zustand überzugehen, wozu es durch die Schwefelsäure gezwungen wird.

§. 75. Mit Kieselsäure treffen wir das Natron im Mineralreich weniger häufig verbunden, als das Kali; indessen sind der Natrolith, der Albit und andere

nicht eben seltene, natronhaltige Kieselverbindungen. Wir betrachten jedoch vor allen das künstliche kieselsaure Natron,

das Glas.

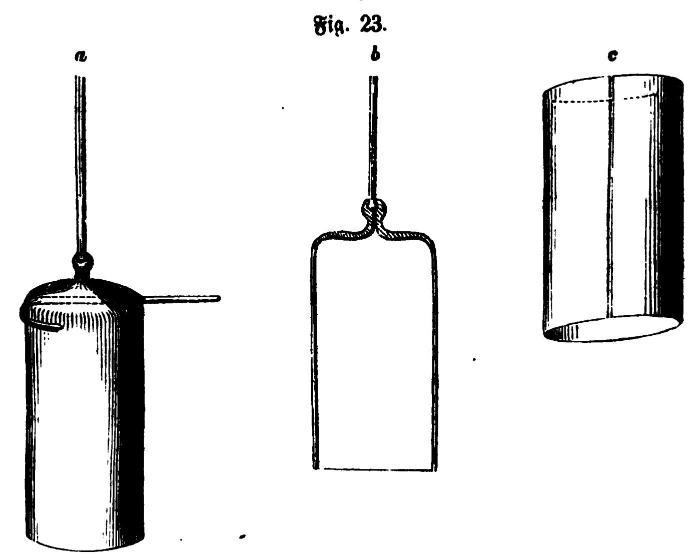
Unter dem Namen Glas verstehen wir durchsichtige künstliche Verbindungen der Kieselsäure mit Metalloxyden. Niemals enthält das Glas nur ein einziges Oxyd, sondern es sind deren stets mehrere zugleich vorhanden, weshalb das Glas ein Gemenge kieselsaurer Oxyde genannt werden kann. Die hauptsächlich zur Glasbereitung verwendeten sind: Natron, Kali, Bleioxyd und Kalk (CaO), sodann die färbenden Oxyde, die jedoch stets nur in geringer Menge zugesetzt werden. Enthält ein Glas eines jener Oxyde vorherrschend im Verhältniß zu den anderen, so bestimmt dieses die Glassorte, so daß man von Natronglas, Kaliglas, Bleiglas u. s. w. spricht, die sich in ihren Eigenschaften wesentlich unterscheiden.

Das Kaliglas ist das härteste und strengflüssigste. Dabei ist es höchst farblos und durchsichtig, weßhalb es die Masse des herrlichen, sogenannten böhmischen Krystallglases ausmacht, welches ein wahrer Schmuck der Läden ist. Das Natronglas, früher vorzugsweise in Frankreich fabricirt und daher auch französisches Glas genannt, ist leichter flüssig, weniger hart, mit einer blaugrünlichen Färbung. Es wird vorzüglich zu Fensterscheiben verwendet und wohl auch Fensterglas genannt. Am leichtesten schmilzt das Bleiglas, das zugleich das schwerste ist und daran leicht erkannt wird. Die geringere Sorte desselben hat ein etwas düsteres Ansehen, die daraus gefertigten Gläser haben jedoch einen schönen Klang. Es eignet sich besonders zu den zwischen heißen Metallplatten gepreßten Glaswaaren. Das reinere Bleiglas zeichnet sich dagegen theils durch seine Durchsichtigkeit (englisches Krystallglas), vorzüglich aber durch sein starkes Lichtbrechungsvermögen aus, weshalb es ausschließlich zur Anfertigung der Glaslinsen benutzt wird. Kalkglas ist in allen Glassorten, namentlich im grünen und gelben Flaschenglas enthalten, und macht dasselbe leichter schmelzbar. Ein stärkerer Kalkzusatz macht das Glas halb durchsichtig und weiß, in welchem Fall dasselbe Milchglas genannt wird.

§. 76. Zur Bereitung des Glases werden die Bestandtheile desselben, welchen immer auch Glasscherben zugesetzt werden, fein gemahlen, durch Ausglühen getrocknet, je nach der Sorte gemengt und dann in die Glashafen nach und nach eingetragen, deren 6, 8 bis 10 in dem überwölbten Glasofen stehen, welcher durch ein heftiges, Jahr aus Jahr ein unterhaltenes Feuer beständig glühend ist. Nach etwa zwölf Stunden ist die Glasmasse flüssig und wird in zwölf weiteren Stunden verarbeitet, was je nach den verschiedenen daraus darzustellenden Gegenständen in höchst verschiedener Weise geschieht Ein Hauptwerkzeug des Glasmachers ist die sogenannte Pfeife, eine 3 bis 4 Fuß lange eiserne Röhre, die er in das flüssige Glas taucht, worauf er das daran hängendbleibende Glas aufbläst, ähnlich wie man Seifenblasen macht. Durch geeignetes Streichen, Strecken, Biegen, Eindrücken in eine Form giebt der Arbeiter seiner Glaskugel alle

möglichen Gestalten, indem er mit einer Scheere das weiche Glas zerschneidet, wo es ihm dienlich erscheint, gerade wie wir ein Stück Papier zerschneiden. Soll z. B. Tafel- oder Fensterglas gemacht werden, so wird ein langer hohler Cylinder *a*, Fig. 23, geblasen, den man zuerst unten aufschneidet (*b*) und dann

Fig. 23.



der Länge nach (*c*). In einem besonderen Ofen wird die Scheibe gestreckt und geglättet. Große Spiegelscheiben werden gegossen und dann geschliffen und polirt, welche schwierige und mühsame Arbeiten diese Gläser sehr theuer machen.

§. 77. Farbiges Glas erhält man, wenn der Glasmasse gewisse Metalloxyde zugesetzt werden, die wir jedesmal neben der entsprechenden Farbe anführen wollen: Schwarz, färbt ein Gemenge von Eisenoxydul, Manganoxyd, Kupferoxyd, Kobaltoxyd; Blau, Kobaltoxyd; Violett, Manganoxyd; Grün, Kupferoxyd oder Chromoxyd; Flaschengrün, Eisenoxydul; Purpurroth, Goldoxyd mit Zinnoxyd; Feuerroth, Kupferoxydul; Fleischroth, Eisenoxyd; Gelb, Antimonoxyd, Silberoxyd.

Reines, stark glänzendes, gefärbtes Bleiglas wird Glasfluß oder Straß genannt und zu den sogenannten falschen Edelsteinen und hellen Glasperlen, Schmelzperlen benutzt.

Ein Zusatz von Zinnoxyd macht das weiße oder gefärbte Glas undurchsichtig, in welchem Falle es Email genannt und zu Strickperlen und allerlei Schmuck verwendet wird.

Die Glasmalerei besteht entweder darin, daß verschiedene, in der Masse gefärbte Glasstücke mittels Blei zusammengesetzt werden, oder ein gefärbter Glasfluß wird auf das Glas gebrannt, an einzelnen Stellen wieder ausgeschliffen oder durch Fluorwasserstoff (§. 39) ausgeätzt, und an diesen andere Glasflüsse

eingebrannt, wodurch man beliebige Zeichnungen erhält. Diejenigen Farben, die nur das geringste Feuer aushalten, werden zuletzt aufgetragen. Diese herrliche Kunst ist namentlich von der Chemie unterstützt in der neuesten Zeit wieder in schönster Blüthe erstanden.

Ammonium.

§. 78. Wie wir später näher zeigen werden, findet sich in allen durch trockene Destillation stickstoffhaltiger Körper erhaltenen Flüssigkeiten eine flüchtige Verbindung von Stickstoff mit Wasserstoff, welche alle Eigenschaften eines stark basischen Metalloxydes besitzt und Ammoniak (= NH_3) genannt wird. In reinem Zustande erhält man das Ammoniak, wenn Chlorwasserstoff-Ammoniak ($NH_3 + ClH$) mit gebranntem Kalk erhitzt und das entwickelte Gas über Quecksilber aufgefangen wird. Dasselbe ist farblos, von durchdringendem Geruch und greift die Augen an. Daß es in Abtritten, namentlich bei feuchtem Wetter, reichlich gebildet wird, giebt sich durch den lästigen Geruch derselben zu erkennen. Auch in Pferdeställen bilden sich große Mengen desselben.

Leitet man Ammoniakgas in Wasser, so wird es von diesem begierig aufgenommen und die gesättigte Lösung wird wässriges Ammoniak ($NH_3 + HO$), gewöhnlich auch Salmiakgeist genannt. Sie ist wasserhell und besitzt den eigenthümlichen Geruch und Geschmack des Gases in hohem Grade. Das Ammoniak wird bei Erstickungsfällen durch Kohlensäure (s. §. 52) angewendet.

Chlorwasserstoff-Ammoniak (= $NH_3 + ClH$) wird erhalten, wenn man die beim Destilliren der Thierstoffe erhaltene alkalische Flüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure sättigt, abdampft und sublimirt. Es ist ein weißes Salz, das gewöhnlich Salmiak, oder vielmehr Sal Ammoniacum genannt wird, weil es früher aus der ägyptischen Provinz Ammonium kam, wo es durch Destillation aus dem Kameelmist bereitet wurde.

Kohlensaures Ammoniak ($NH_3 + CO_2$) krystallisirt aus der oben erwähnten alkalischen Flüssigkeit, und wird durch wiederholtes Auflösen gereinigt.

Alle Ammoniakverbindungen haben einen eigenthümlichen scharfen Geschmack und entwickeln mit Kalk gemengt den stechenden Ammoniakgeruch. Sie sind sämmtlich sehr werthvolle Arzneimittel und wirken namentlich auf das Hautsystem, mithin schweißerregend. In der Chemie sind sie besonders dadurch wichtig, daß sie flüchtig sind und daher durch die Hitze ausgetrieben werden können, wodurch sie sich zu vielen Scheidungen eignen. Abgesehen hiervon zeigen viele Ammoniakverbindungen die größte Uebereinstimmung mit den entsprechenden Kali- und Natronverbindungen, und es finden daher häufig ganz gleiche Erscheinungen Statt, wenn in gewissen Fällen Ammoniak, Kali oder Natron, oder wenn anstatt kohlensaures Ammoniak, oder Schwefelwasserstoff-Ammoniak, das kohlensaure Kali oder Natron, oder Schwefelkalium angewendet werden.

Außerdem sind die Ammoniakverbindungen in ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt wichtig. Es ist anzunehmen, daß aller Stickstoff, wel-

chen die Pflanzen enthalten, von dem Ammoniak herrührt, welches dieselben aufnehmen.

Wegen der Aehnlichkeit des Ammoniaks mit den Metalloxyden hat man die Vermuthung aufgestellt, daß die Verbindungen desselben einen zusammengesetzten, metallischen Körper enthalten, der Ammonium = NH_4 heißt, dessen Darstellung übrigens noch Niemand gelungen ist.

16. Calcium.

Zeichen: Ca = 20.

§. 79. Dieses Metall macht einen bedeutenden Theil der Erdmasse aus, denn ganze Gebirge bestehen aus dem kohlensauren Calciumoxyd. Zugleich ist es ein niemals fehlender Bestandtheil der Pflanzen und Thiere. An und für sich wenig Interesse darbietend, wird es jedoch wichtig durch seine Verbindungen. Betrachten wir zunächst:

Das Calciumoxyd (CaO), kürzer Kalk oder Kalkerde genannt, welches durch das Glühen des kohlensauren Kalks ($CaO + CO_2$) erhalten wird, indem die gasförmige Kohlensäure entweicht. Dieses sogenannte Brennen des Kalks geschieht im Großen in den Kalköfen.

Die Eigenschaften des gebrannten Kalks sind so ziemlich bekannt. Derselbe hat ein grauweißes Aussehen und verbindet sich, wenn er mit Wasser befeuchtet wird, unter beträchtlicher Erhitzung (Physik §. 147) mit demselben zu Kalkhydrat ($CaO + HO$), gewöhnlich gelöschter Kalk genannt. Dabei bläht er sich anfangs auf und zerfällt endlich zu einem trocknen, weißen Staube oder Kalkmehl. Setzt man mehr Wasser hinzu, so entsteht eine weiße Flüssigkeit, Kalkmilch genannt, aus welcher sich Kalkbrei absetzt, während die dadurch klar werdende Flüssigkeit eine Auflösung von Kalk in Wasser, sogenanntes Kalkwasser ist.

Der Kalk ist stark ätzend, weshalb er auch Aetzkalk heißt, und zieht mit großer Begierde Kohlensäure aus der Luft an, wodurch er wieder in kohlensauren Kalk übergeht und seine ätzende Eigenschaft vollkommen verliert. Läßt man daher Kalkbrei an der Luft liegen, so ist er in kurzer Zeit in steinharten kohlensauren Kalk übergegangen. Hierauf beruht die wichtige Anwendung desselben zu Mörtel, und die von den Maurern gebrauchte Vorsicht, den Kalkbrei in tiefen Gruben, mit Erde bedeckt, aufzubewahren.

Der Aetzkalk wird zum Tünchen, in der Weißgerberei zum Wegbeizen der Haare und zu vielen chemischen Arbeiten benutzt.

§. 80. Der kohlensaure Kalk ($CaO + CO_2$) kommt in ähnlich vielfacher Form in der Natur vor, wie die Kohle oder die Kieselsäure. So ist der Kalkspath farblos durchsichtig krystallisirt, der Marmor weiß, grobkörnig und hart, und die Kreide ist weich und abfärbend. Andere Kalksteine sind dagegen durch Beimengung färbender Oxyde gefärbt, so daß man grauen, gelben, schwarzen, braunen, rothen, ja sogar bunten Kalk antrifft, welch Letzteres namentlich bei

vielen schönen Arten von Marmor der Fall ist. Alle stimmen jedoch darin überein, daß sie, mit Salzsäure befeuchtet, lebhaft Kohlensäure entwickeln und beim Glühen Aetzkalk liefern.

Wie man sieht, ist also der kohlensaure Kalk in all seinen Formen ein wichtiges Material, nicht allein für den Bildhauer, sondern auch als Baustein und Bindemittel der Bauwerke, und nur zum Wegbau eignet er sich weniger, da er verhältnißmäßig geringe Härte besitzt.

Aus kohlensaurem Kalk besteht ein Theil der Thierknochen, und das ganze Gehäuse der Schalthiere, der Stamm der Korallen und die Schale der Eier, und wir müssen ihn deshalb zu den nothwendigen Nahrungsmitteln der meisten Thiere zählen.

An und für sich im Wasser unlöslich, fehlt dieses Salz jedoch fast niemals in den Gewässern, da diese immer etwas Kohlensäure (§. 53) enthalten, die den kohlensauren Kalk aufzulösen vermag. Erwärmt man aber ein solches Wasser ein wenig, so entweicht die flüchtige Kohlensäure und der Kalk setzt sich in der Gestalt eines weißen Ueberzugs auf dem Boden der Gefäße an. In jeder Haushaltung hat man Gelegenheit, namentlich in den Theekesseln, ganze Krusten solchen abgesetzten Kalks zu sehen, ja, bei sehr kalkhaltigem Wasser findet man es selbst in den Wasserflaschen und Trinkgläsern. Am leichtesten entfernt man diesen sogenannten Kesselstein dadurch, daß man ein wenig verdünnte Salzsäure oder starken Essig in das Gefäß gießt, wodurch jener aufgelös't wird.

§. 81. Der schwefelsaure Kalk ($CaO, SO_3 + HO$) findet sich in bedeutenden Massen und führt den Namen Gyps. Dieses Mineral ist entweder krystallisirt, oder blendend weiß und körnig, wie Zucker, und wird in diesem Falle Alabaster genannt und zu artigen kleinen Kunstwerken verarbeitet, denn er ist so weich, daß er mit dem Messer fast geschnitten werden kann. Der Gyps enthält, wie die Formel anzeigt, Krystallwasser, welches er durch gelindes Glühen verliert. Gemahlen und gebrannt erlangt er jedoch die Eigenschaft, nachdem er mit Wasser zu einem Brei angerührt worden ist, dieses chemisch zu binden und nach kurzer Zeit zu wasserhaltigem Gyps zu erhärten. Dieses macht ihn denn zu einem werthvollen Material der Künstler, die ihn zu den bekannten Gypsfiguren verwenden. Ihm verdanken wir es, daß die herrlichsten Bildwerke der alten und neuen Kunst gleichsam ein Gemeingut geworden sind.

Der Gyps hat noch eine nützliche Anwendung als Dungmittel, worauf bei der Ernährungsgeschichte der Pflanzen zurückgekommen wird. Er ist in Wasser ein wenig löslich und ertheilt demselben einen unangenehmen, etwas bitterlich erdigen Geschmack.

Der phosphorsaure Kalk macht die Hauptmasse der Thierknochen aus und wird zur Darstellung des Phosphors und in Form gemahlener Knochen als Dünger benutzt. Er gehört zu den wesentlichen mineralischen Nahrungsmitteln und in der That enthalten die Samen alles Getreides dieses Salz, so daß wir dasselbe namentlich im Brote dem Körper zuführen.

Den kieselsauren Kalk haben wir bereits als Bestandtheil des Glases

kennen gelernt. Eine Menge von Mineralen und Trümmer derselben enthalten Kieselsäure und Kalk. Wir bemerken hier nur den sogenannten Wassermörtel, auch Cäment genannt, dessen Hauptbestandtheile Kieselsäure, Kalk und Thonerde sind, und der entweder natürlich als sogenannter Traß sich findet oder künstlich bereitet wird. Das feine Pulver desselben, mit etwas Wasser angerührt, erhärtet selbst unter Wasser sehr bald, weshalb seine Anwendung bei Wasserbauten und zum Verwahren mancher Orte gegen den Andrang von Wasser großen Vortheil gewährt.

Chlorkalk.

§. 82. Wenn man Chlor über ausgebreitetes Kalkhydrat (§. 79) leitet, so entsteht ein Gemenge von Kalk (CaO), Chlorcalcium ($CaCl$) und unterchlorigsaurem Kalk ($CaO + ClO$), welches in Gestalt eines feuchten weißen Pulvers, das schwach nach Chlor riecht, unter dem Namen Chlorkalk oder Bleichkalk im Handel vorkommt.

Wird der Chlorkalk mit einer Säure, selbst der schwächsten, weshalb sogar die Kohlensäure der Luft zersetzend auf denselben einwirkt, übergossen, so entwickelt er reichlich Chlor und er ist daher das bequemste und am häufigsten angewendete Mittel zu dessen Darstellung. Während der Chlorkalk in außerordentlichen Mengen in den Bleichanstalten gebraucht wird, bedürfen unsere Wohnungen zuweilen seiner geruchzerstörenden Wirkung, bei der sogenannten Chlorräucherung in Sterbezimmern, Krankenhäusern &c. Alsdann wird etwa ein Eßlöffel voll in eine Untertasse gethan und gleich viel Salzsäure, die mit ein wenig Wasser verdünnt ist, dazu geschüttet. Man wendet das Gesicht ab, um das Einathmen des reinen Chlors zu vermeiden. Die Oeffnungen des Zimmers müssen vorher geschlossen und nach einigen Stunden wieder geöffnet werden. Soll Chlor in Zimmern, wo Personen sich aufhalten, angewendet werden, so gießt man von Zeit zu Zeit nur einige Tropfen Salzsäure zu dem Chlorkalk und berücksichtigt immer, daß allzu viel Chlor sehr schädlich werden kann. Will man beschriebenes Papier, beschmutzte Kupferstiche &c. bleichen, so wird eine filtrirte Auflösung von Chlorkalk mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt und der Gegenstand in diese Flüssigkeit getaucht, bis jener Zweck erreicht ist. Nachher spült man das Papier öfter ab und legt es einige Stunden lang in ein großes Gefäß mit reinem Wasser, worauf es zwischen Fließpapier getrocknet wird. Tintenflecke verschwinden hierdurch vollständig.

17. Barium.

Zeichen: $Ba = 68$.

§. 83. Dieses Metall ist bei weitem weniger häufig, als das vorhergehende. Seine wichtigste Verbindung ist der sogenannte Schwerspath, d. i. schwefelsaurer Baryt $= BaO + SO_3$, welcher ein weißes, derb krystallinisches Mineral ist und

durch sein großes specifisches Gewicht = 4,44 vor allen erdigen Mineralen sich auszeichnet. Derselbe wird zu feinem Pulver gemahlen als weiße Farbe benutzt, und alle geringen Sorten von Bleiweiß enthalten einen starken Zusatz von Schwerspath. In Wasser ist der schwefelsaure Baryt vollkommen unauflöslich.

Der salpetersaure Baryt ($BaO + NO_5$) wird in der Feuerwerkerei zur Erzeugung eines grünen Feuers benutzt, wozu die folgende Mischung dient: 20 Gewichtstheile Schwefel; 33 Theile chlorsaures Kali und 80 Theile salpetersaurer Baryt.

18. Strontium.

Zeichen: Mg = 43.

§. 84 Dieses ziemlich seltene Metall zeichnet sich durch die Eigenthümlichkeit aus, daß seine Dämpfe der Flamme eine außerordentlich schöne, purpurrothe Färbung ertheilen.

Hierauf beruht auch die einzige Anwendung, die man von demselben macht. Löst man nämlich Chlorstrontium ($SrCl$) in Weingeist auf, so brennt dieser nachher mit schön rother Flamme. Ein herrliches Rothfeuer erhält man beim Entzünden der folgenden trockenen Mischung: 10 Theile salpetersaurer Strontian; 1¼ Theile chlorsaures Kali; 3¼ Theile Schwefel; 1 Theil Schwefelantimon; ½ Theil Kohle.

19. Magnium.

Zeichen: Mg = 12.

§. 85. Das Magnium tritt häufig und zwar mitunter als Bestandtheil ganzer Gebirgsmassen auf. Seine auflöslichen Verbindungen zeichnen sich durch einen bitteren Geschmack und abführende Wirkung aus, und seine Anwendung beschränkt sich fast ausschließlich auf die Heilkunde. Sein Oxyd wird Magnesia oder Bittererde und häufig auch Talkerde genannt.

Wir bemerken von jenen das Chlormagnium, welches im Meereswasser enthalten ist und demselben namentlich seinen unangenehmen Geschmack und seine Ungenießbarkeit verleiht. Es ist außerdem in vielen Salzquellen enthalten.

Die schwefelsaure Magnesia = $MgO + SO_3$, gewöhnlich Bittersalz genannt, ist im Meerwasser, besonders reichlich aber in manchen Quellen, wie in der von Seidschütz, Epsom, Kissingen u. a. m. enthalten und wird auch aus denselben gewonnen.

Die kohlensaure Magnesia ($MgO + CO_2$) macht in Verbindung mit kohlensaurem Kalk, den Dolomit, eine in ziemlich umfangreichen Massen auftretende Felsart aus. In reinstem Zustande gewinnt man dieselbe, wenn eine heiße Auflösung von schwefelsaurer Magnesia mit kohlensaurem Natron versetzt wird. Getrocknet stellt sie eine außerordentlich leichte, lockere, blendend weiße Masse dar, die unauflöslich und daher geschmacklos ist. Durch Glühen verliert

diese Verbindung die Kohlensäure und ist nachher reines Oxyd (Mg O), welches unter dem Namen von gebrannter Magnesia oder Bittererde besonders eingenommen wird, um einen Theil der Magensäure zu binden, wenn diese allzu reichlich vorhanden ist.

20. Alumium.

Zeichen: Al = 13.

§. 86. Dieses Metall macht einen sehr beträchtlichen Theil unserer Erdrinde aus, denn seine Verbindung mit Sauerstoff ($Al_2 O_3$), die wir Thonerde nennen, bildet nächst der Kieselsäure und dem Kalk die Masse der meisten Minerale. Gleich mehreren Körpern, die wir bereits kennen lernten, stellt sich uns die Thonerde in sehr verschiedenen Zuständen dar. (Min. §. 43.)

Krystallisirt wird die Thonerde unter ähnlichen Verhältnissen wie krystallisirte Kohle gefunden und man zählt den durch Härte, Glanz und Unschmelzbarkeit ausgezeichneten, aus reiner Thonerde bestehenden Saphir zu den edelsten Steinen.

Eine große Härte kommt auch dem Korund und dem Smirgel zu, Minerale, die weniger reine Thonerde sind und wegen jener Eigenschaft zum Schleifen und Poliren eine nützliche Anwendung finden.

Auf chemischem Wege verschafft man sich reine Thonerde durch Niederschlagung derselben aus einer Auflösung des Alauns (s. weiter unten) mittels Ammoniak. Der gallertige Niederschlag wird gewaschen und getrocknet und giebt eine weiße unlösliche, unschmelzbare Masse, die an der Zunge stark anklebt.

Die Thonerde ist ausgezeichnet durch ihre große Verwandtschaft zur Pflanzenfaser und zu den Farbestoffen. Legt man daher Gespinnste oder Gewebe von Baumwolle oder Linnen in eine Auflösung, aus welcher Thonerde sich niederschlägt (Thonerdebeize), so verbindet diese sich innig mit der Faser. Wird nachher das mit Thonerde überzogene (gebeizte) Zeug in die Auflösung eines Farbestoffs gebracht, so befestigt die Thonerde einen Theil des Farbestoffs auf der Faser, die alsdann dauerhaft gefärbt erscheint. Hierdurch ist die Thonerde eines der wichtigsten Materiale in der Färberei. Die unauflöslichen Niederschläge, welche die Thonerde mit den Auflösungen der Pflanzenfarbestoffe bildet, heißen Lackfarben oder Erdfarben.

§. 87. Der Alaun ist eine Verbindung von schwefelsaurer Thonerde mit schwefelsaurem Kali ($Al_2 O_3, 3 SO_3 + KaO, SO_3$), die sich in der Natur gebildet findet, größtentheils jedoch in Fabriken dargestellt wird. Er hat einen süßlich zusammenziehenden Geschmack, krystallisirt in großen farblosen Doppelpyramiden und ist löslich im Wasser; er wird in außerordentlicher Menge in den Färbereien und zur Darstellung anderer Thonerde-Verbindungen, namentlich der essigsauren Thonerde, verwendet.

Eine wichtige Rolle im Haushalte der Natur und des Menschen vertreten die Verbindungen und Gemenge der Thonerde und Kieselsäure. Eine Menge

von festen Mineralen bestehen aus kieselsaurer Thonerde, die, indem sie verwittern, eine erdige Masse bilden, welche man Thon nennt. Je nach verschiedenen Beimengungen anderer Metalloxyde tritt der Thon in verschiedenen Farben und unter besonderen Namen auf, wie z. B. der weiße Kölner Pfeifenthon, die Walkererde, die Porzellanerde, grauer Thon oder Letten, gelber oder Lehm, brauner und rother Thon. Alle diese Thone haben das Uebereinstimmende, daß sie mehr oder minder stark an der Zunge kleben, einen eigenthümlichen sogenannten Thongeruch besitzen, der wahrscheinlich daher rührt, daß dieselben stets etwas Ammoniak aus der Luft gleichsam aufsaugen.

Mit Wasser bildet der Thon eine weiche, knetbare Masse, welche das Wasser außerordentlich stark zurückhält. Diese Eigenschaft verleiht ihm einen hohen Werth für den Ackerbau, indem dadurch dem Ackerboden die zum Wachsthum der Pflanzen erforderliche Feuchtigkeit gesichert ist.

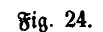
Durch die Bildsamkeit des feuchten Thons wurde derselbe schon in den frühesten Zeiten zur Verfertigung von Geschirren benutzt. Denn wenn das weiche Thongebilde geglüht oder, wie man sagt, gebrannt wird, so erhärtet es zum festen Zeuge. Es hängt nun ganz von der Reinheit und Feinheit des Thons ab, welchen Namen wir dem daraus Gefertigten ertheilen.

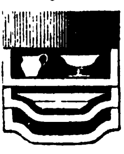
Das Porzellan,

§. 88.

welches den Chinesen schon lange bekannt war, wurde in Deutschland erst im Jahre 1701 von Böttcher, einem Chemiker, entdeckt, der auf Befehl des Kurfürsten Joachim von Sachsen in Meißen durchaus Gold machen sollte. Da wurde denn allerlei probirt, gemengt und zusammengeschmolzen, bis endlich die schöne Masse zum Vorschein kam, die wir Porzellan nennen und die für Sachsen bald eine wahre Goldgrube des Erwerbs wurde.

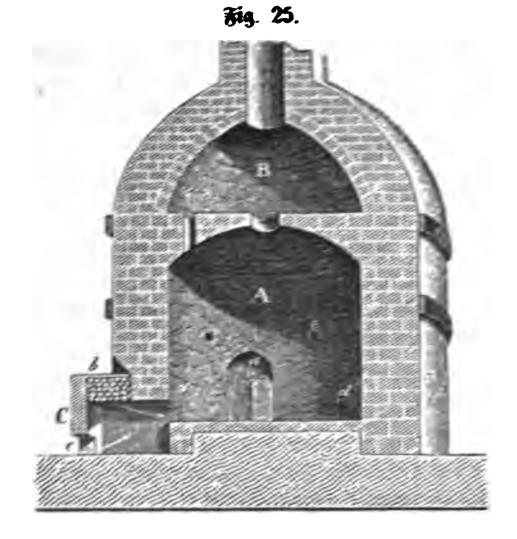
Ein eisenfreier Thon, sogenannte Porzellanerde, wie sie an manchen Orten sich findet, ist das Haupterforderniß zur Fabrikation des Porzellans. Derselbe wird höchst fein gemahlen und erhält auch wohl noch Zusätze von reiner Kieselsäure oder etwas Gyps innig beigemengt. Aus dieser Masse werden alsdann die Gegenstände geformt, theils aus freier Hand auf der Töpferscheibe, theils mit Hülfe von Formen, auf welche dünne Thonplatten mittels feuchter Schwämme aufgedrückt werden. Nachdem die Geschirre langsam an der Luft getrocknet sind, erhalten sie den ersten Brand. Damit keine Verunreinigung derselben stattfindet, werden sie in thönerne Kapseln, Fig. 24, gesetzt, und in einen weniger stark erhitzten Theil des Porzellanofens, Fig. 25 (s. die folgende Seite), gestellt. Sie sind nachher fest und vollkommen weiß, allein ihr Ansehen ist matt, erdig, und indem die Masse begierig Wasser einsaugt, klebt


Fig. 24.



sie stark an der Zunge. Das Porzellan bedarf jetzt noch der Glasur, weshalb man es in eine Flüssigkeit eintaucht, welche eine feingemahlene Porzellanmasse enthält, die man durch Zusatz von Gyps etwas leichter feuerflüssig gemacht hat. Hiermit überzogen wird nun das Zeug zum zweitenmal gebrannt und zwar im schärfsten Feuer, das die Weißglühhitze gewährt.

Fig. 25.



Das vollkommene Porzellan ist ganz weiß, sehr hart, am Stahle Funken gebend, mit glänzendem, muschlichem Bruch und halb durchscheinend. Dünne Geschirre daraus klingen hell und rein, fast wie Metall.

Zum Bemalen des Porzellans nimmt man mit Terpentinöl fein angeriebenes farbiges Glas (§. 77), das mit dem Pinsel auf das bereits glasirte Geschirr aufgetragen und bei einer geringeren Hitze in einem sogenannten Muffelofen (Fig. 26) eingebrannt wird.

Fig. 26.



Das bessere Fayence ist auf dem Bruche erdig, aber weiß, und hat eine Glasur, die meistens aus leichtflüssigem Bleiglas besteht. Geringeres Geschirr der Art ist im Bruch grau, gelb, oder roth, und erhält alsdann eine weiße Glasur von Bleiglas mit Zusatz von Zinnoxyd.

Die Töpferwaaren oder das irdene Geschirr wird aus gröberem Thon gefertigt und entweder nicht glasirt, wie z. B. die Blumentöpfe, oder es erhält einen Ueberzug von Bleiglas. Hier ist es nun mitunter der Fall, daß zur Ersparung des Brennstoffs das zur Glasur bestimmte Bleioxyd nicht vollständig verglast wird, wodurch solche Geschirre die

Speisen vergiften können. Man wähle daher stets recht scharf ausgebrannte, hellklingende Geschirre mit lebendiger Glasur. Das **Steingut**, welches besonders zu Sauerwasserkrügen, Einmachtöpfen u. s. w. benutzt wird, erhält seine Glasur, indem man in den mit Geschirr erfüllten glühenden Ofen Kochsalz (Chlornatrium) wirft. Dasselbe verdampft, bedeckt in- und auswendig die Waare, auf der es einen Ueberzug von leichtflüssigem Natronglas bildet.

Unbillig wäre es, nicht auch der thönernen **Pfeifen** zu gedenken, die in Köln ihr zerbrechliches Dasein erhalten. Daß endlich die Ziegel- und Backsteine die roheste Thonwaare vorstellen, die gewöhnlich durch Eisenoxyd lebhaft roth gefärbt ist, bedarf keiner weiteren Ausführung.

§. 89 Aus einem ziemlich seltenen Mineral, **Lasurstein** genannt, erhielt man durch Zermahlen desselben eine kostbare, wunderschön blaue Farbe, das **Ultramarin**. Die chemische Untersuchung lehrte, daß dieses Mineral aus Schwefelnatrium (§. 71) und kieselsäurer Thonerde bestehe, und in der That ist es nachher gelungen, jene herrliche Farbe künstlich darzustellen, indem diese Stoffe in geeigneten Verhältnissen zusammengeglüht wurden. Dadurch ist denn der Preis des Ultramarins so niedrig geworden, daß es, früher fast mit Gold aufgewogen, nun zum Anstreichen, zur Tapetenfabrikation u. s. w. dienen kann.

2) Schwere Metalle.

21. Eisen.

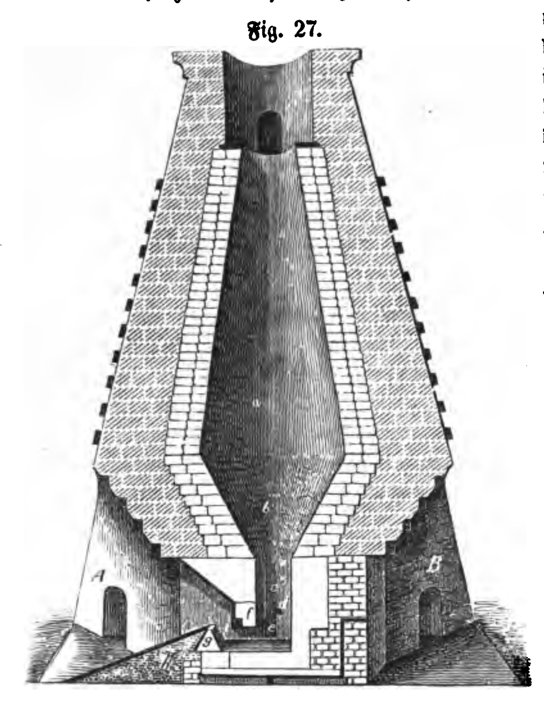
Ferrum; Zeichen: Fe = 28; Dichte = 7.

§. 90. Es eröffne die Reihe der schweren Metalle das Eisen, dieses wichtigste und werthvollste aller Metalle, daraus wir den Pflug schmieden, der unseren Boden baut, und das Schwert, welches denselben vertheidigt. Die Geschichte zeigt uns Völker, die im Besitze eines Ueberflusses von Gold verarmten, und andere, die im Besitze von Eisen die wahre Quelle des Reichthums, die Gewerbthätigkeit sich aufgeschlossen haben.

Wir werden im mineralogischen Theile die mannichfachen Erze beschreiben, welche zur Gewinnung des Eisens benutzt werden, und an welchen Deutschland, England und namentlich Schweden Ueberfluß haben. Die wesentlichen Bestandtheile aller dieser Erze sind **Eisen** und **Sauerstoff**, sie sind alle Oxyde, welchen der Sauerstoff entzogen werden muß. Zu diesem Zwecke werden die durch den Bergbau zu Tag geförderten Erze in kleine Stücke zerschlagen und mit Holz- oder Steinkohlen vermengt, in den **Hochofen**, Fig. 27, (auf folgender Seite) gebracht, dessen unteren Theil man beim Beginn des Be-

triebes mit Holz und Kohlen angefüllt hatte, die angezündet und durch anhaltendes und starkes Einblasen von erhitzter Luft im stärksten Glühen erhalten werden. Sobald die Erze glühend sind, treten sie ihren Sauerstoff an die beigemengte Kohle ab, und während die hierdurch entstehende Kohlensäure entweicht, schmilzt das Metall und fließt nach dem unteren Theile des Ofens *e*, wo es von Zeit zu Zeit abgelassen wird. Indem also die untere Lage von Erz wegschmilzt, rückt eine höhere herab, und da man durch die obere Oeffnung immer neues Erzgemenge nachschüttet, so geht der Betrieb des Hochofens Jahr und Tage lang ununterbrochen fort, bis endlich die anhaltende Hitze das Mauerwerk desselben beschädigt und eine Ausbesserung oder Wiederherstellung nöthig wird.

Fig. 27.



Aber das Eisen ist nicht das einzige Product des Hochofens. Bei weitem die meisten Erze enthalten Beimengungen von Kieselsäure, Thonerde und Kalkerde, die in der Hitze, bei welcher das Eisen erzeugt wird, zu einem dunkel gefärbten Glase, **Schlacke** genannt, zusammenschmelzen und mit dem Eisen nach unten abfließen. Da die Schlacke weniger dicht ist, so schwimmt sie oben auf und wird von Zeit zu Zeit mit Haken hinweggezogen, wo sie dann zu glasigen Massen erstarrt. Indem sie also das glühende Eisen bedeckt, ist dasselbe vor Berührung mit der Luft geschützt, die vieles Eisen wieder oxydiren würde. Die Schlackenerzeugung ist daher beim Hochofenbetrieb nothwendig, und wenn die Erze jene Bestandtheile, die ihre Bildung erfordert, nicht enthalten, so giebt man ihnen einen **Zuschlag** von geeigneten Mineralen, namentlich von Kalk, der immer eine leichtflüssige Schlacke bildet.

Eisensorten.

§. 91. Die Kohle hat die Fähigkeit, mit Eisen sowohl chemisch sich zu verbinden, als auch in demselben sich aufzulösen, und je nach dem Verhältniß, in welchem

sie zum Eisen tritt, entstehen die drei Hauptsorten desselben, nämlich: 1. Sehr kohlehaltiges oder Gußeisen. 2. Kohlefreies oder Schmiede-Eisen. 3. Gering kohlehaltiges Eisen oder Stahl.

1. Roheisen oder Gußeisen wird das Metall genannt, welches unmittelbar aus dem Hochofen hervorgeht. Hundert Pfund desselben enthalten ungefähr 5 Pfund Kohle, daher es mit Recht als Kohlen-Eisen bezeichnet werden kann. Entweder ist diese Kohle mit dem Eisen vollständig chemisch verbunden, und dann ist das Eisen weiß, glänzend, sogenanntes Spiegeleisen, das wegen seiner Zähigkeit und Strengflüssigkeit nicht zu Gußwerken, sondern zur Darstellung der anderen Eisensorten verwendet wird; oder die Kohle ist theilweise mit dem Eisen nur vermengt, so daß sie demselben eine graue bis schwarzgraue Farbe ertheilt, wie das beim gewöhnlichen Gußeisen oder grauen Roheisen der Fall ist. Dieses schmilzt bei ungefähr 1000° zu einer dünnflüssigen Masse, die alle Theile der aus Sand gebildeten Formen leicht ausfüllt, sich beim Erkalten nur um 1¼ Procent zusammenzieht und daher zu Gußwaaren aller Art, namentlich zu Oefen, Heerdplatten, aber auch zu Kunstgegenständen benutzt wird. Da dieses Eisen auf dem Bruche körnig, außerordentlich hart und sehr spröde ist, so kann es auf andere Weise nicht verarbeitet werden.

2. Das Stab- oder Schmiede-Eisen ist fast ganz reines Eisen, und wird aus dem vorhergehenden dargestellt, indem man dieses in lebhafter Berührung mit der Luft glüht, wobei die darin enthaltene Kohle verbrennt, so daß kaum eine Spur derselben im Stabeisen enthalten ist. Als wesentlichste Eigenschaft desselben heben wir große Zähigkeit hervor, so daß es sich leicht schmieden, in feinen Draht ziehen und zu dünnen Blechen auswalzen läßt. Auf dem Bruche ist es grau und zackig, doch nimmt es beim Verarbeiten an der Oberfläche Politur an und hat alsdann eine weiße Farbe. Da es eine geringe Härte besitzt, so ist es zu schneidenden Werkzeugen wenig geeignet. Das Stabeisen schmilzt erst in der stärksten Weißglühhitze bei etwa 1600°. Verschiedene Stücke desselben lassen sich daher nicht durch Zusammenschmelzung vereinigen, allein indem man dieselben rothglühend macht, erweichen sie und können jetzt auf einander gelegt und durch Hämmern sehr innig verbunden oder, wie man sagt, zusammengeschweißt werden.

3. Der Stahl enthält 1 bis 2 Procent Kohle. Er wird entweder aus Gußeisen bereitet, indem man diesem die Kohle nur zum Theil entzieht, oder aus Stabeisen, welchem wieder Kohle zugesetzt wird. Der auf ersterem Wege erzeugte Stahl wird Roh- oder Gußstahl genannt. Zur Darstellung des Stahls aus Stabeisen werden dünne Stäbe desselben in thönernen Kästen mit Kohlenpulver umgeben, längere Zeit geglüht, wodurch die Kohle allmälig in das Eisen übergeht und es in den sogenannten Cämentstahl verwandelt. Behandelt man stärkere Eisenmassen auf ähnliche Weise, so erhalten sie einen Ueberzug von Stahl oder sie werden dadurch cämentirt.

Der Stahl bietet eines der auffallendsten Beispiele, wie durch verschiedene

Lagerung seiner Theilchen ein und derselbe Körper die verschiedensten Eigenschaften erhalten kann.

An und für sich hat der Stahl so ziemlich die Eigenschaften des Stabeisens. Er ist weich, sehr schmiedbar, aber viel leichter flüssig als jenes, denn er schmilzt bei 1200 bis 1400°. Seine Farbe ist ebenfalls grau bis grauweiß, allein er nimmt eine außerordentlich schöne Politur an und erhält dadurch einen lebhaften Glanz. Wird aber der glühende Stahl durch Eintauchen in kaltes Wasser plötzlich abgekühlt oder, wie man sagt, abgelöscht, so ist gleichsam seine ganze Natur umgewandelt, denn er erscheint nachher im höchsten Grade spröde, folglich unschmiedbar, aber härter, als irgend ein Körper, Diamant und krystallisirte Thonerde ausgenommen. Er ritzt Glas und Kiesel mit Leichtigkeit und wird daher glashart genannt. Deshalb verfertigt man aus gehärtetem Stahl alle Werkzeuge, die eine große Härte erfordern, wie namentlich Feilen und Nadeln.

Erhitzt man den gehärteten Stahl und läßt ihn alsdann langsam erkalten, so verliert er seine Eigenschaften und erhält wieder die des rohen Stahls, nämlich Weichheit und Zähigkeit. Diese Umwandlung findet um so vollkommener Statt, je stärker man den harten Stahl erhitzt, und es lassen sich daher durch geeignete Hitzegrade Mittelstufen darstellen, wo der Stahl neben großer Härte zugleich Geschmeidigkeit erhält, was zu den meisten Anwendungen desselben, namentlich zu Schneidewerkzeugen, durchaus nothwendig ist.

Beim Erhitzen oder sogenannten Anlassen ändert der polirte Stahl zugleich seine Farbe, indem er zuerst blaßgelb wird, dann dunkler gelb, orange, roth, dunkelroth, violett, blau und endlich blauschwarz, indem die dunkleren Farben stets höheren Hitzegraden entsprechen. Dieses farbige Anlaufen des Stahls giebt daher ein vortreffliches Mittel, die Temperaturen zu bezeichnen, welchen er ausgesetzt werden muß, um für bestimmte Zwecke am geeignetsten zu werden. Jene Farbenreihe sieht man sehr deutlich, wenn man eine Stricknadel an den Rand einer Kerzenflamme hält, wo nachher, an der heißesten Stelle mit schwarz beginnend, nach den weniger erhitzten alle jene Farben auftreten.

Bei den meisten Stahlarbeiten wird der Gegenstand zuerst aus weichem Rohstahl geschmiedet, dann gehärtet und nachher zu gewissen Graden angelassen, die wir durch einige Beispiele bezeichnen wollen: feinste Messer blaßgelb; Rasir- und Federmesser goldgelb; Scheeren, Aexte, Meißel, gewöhnliche Messer, braun bis purpurroth; Klingen, Uhrfedern, Bohrer hellblau, und endlich Sägeblätter dunkelblau.

Verbindungen des Eisens.

§. 92. Alle im Wasser löslichen Verbindungen des Eisens haben einen eigenthümlichen Geschmack, den Jedermann kennen lernen kann, wenn er Tinte kostet; mit gerbstoffhaltigen Körpern, z. B. einer Abkochung von Galläpfeln oder Eichenrinde, vermischt geben sie eine violette bis blau-schwarze Verbindung (Tinte).

In den meisten Verbindungen hat das Eisen eine entschieden medicinische Wirkung, namentlich in Beziehung auf das Blut.

1. Das Eisenoxydul (FeO) ist für sich nicht bekannt. Sein Hydrat ($FeO + HO$) wird erhalten, wenn schwefelsaures Eisenoxydul durch Kali gefällt wird. Es ist weiß, färbt sich jedoch augenblicklich grün, gelb und endlich braun, indem es sich in Oxyd umwandelt.

2. Das Eisenoxyd (Fe_2O_3) kommt häufig als Mineral (Rotheisenstein) vor, und wird bei der Bereitung der rauchenden Schwefelsäure (§. 41) als Rückstand gewonnen. Gepulvert ist es dunkel ziegelroth, und wird als Farbe und zum Poliren unter dem Namen englisch Roth benutzt. Dem rothen Ocker, dem Röthel und rothen Sandstein u. s. w. verleiht es ihre Farbe.

Das Eisenoxydhydrat ($Fe_2O_3 + HO$) findet sich in der Natur häufig als Brauneisenstein. Es ist gelb bis braun und ertheilt dem Lehm, dem Trippel u. s. w. ihre Farbe. Man erhält es rein, wenn eine Auflösung von Zweifach-Chloreisen mit Ammoniak niedergeschlagen wird, und wendet es in der Medicin, namentlich gegen Arsenikvergiftungen an (§. 46). Es bildet sich ferner als sogenannter Rost, wenn Eisen der feuchten Luft ausgesetzt wird.

3. Das natürliche Schwefeleisen (FeS_2) wird Eisenkies genannt und ist messinggelb, metallglänzend, krystallinisch. Durch gelindes Glühen von gleichen Gewichtstheilen Schwefel und Eisen erhält man das schwarze Schwefeleisen (FeS), welches sehr häufig zur Darstellung des Schwefelwasserstoffs (§. 43) benutzt wird.

4. Einfach-Chloreisen ($FeCl$) entsteht, wenn Eisen in Salzsäure aufgelöst wird. Aus der concentrirten Lösung setzt sich jene Verbindung in blaß grünblauen, wasserhaltigen Krystallen ab.

Zweifach-Chloreisen (Fe_2Cl_3) erhält man in rothbraunen wasserhaltigen Krystallen aus einer concentrirten Auflösung des Eisens in Königswasser (§. 36). Diese Verbindung wird in der Medicin angewendet.

5. Cyaneisen in Verbindung mit Cyankalium ($FeCy + 2\,KaCy$) bildet eine merkwürdige Verbindung, die gemeinhin Blutlaugensalz genannt wird.

Dieselbe entsteht, wenn stickstoffhaltige Kohle (§. 50) mit Kali lebhaft geglüht und die erhaltene Masse nachher mit Eisen gekocht wird. Aus der concentrirten und filtrirten Flüssigkeit setzen sich beim Erkalten schöne, gelbe Krystalle ab, welche Cyaneisenkalium von oben genannter Zusammensetzung sind und außerdem noch Krystallwasser enthalten.

Eine Auflösung dieses Salzes giebt mit der Auflösung eines Eisenoxydulsalzes einen weißen, an der Luft nach und nach schön kornblumenblau werdenden Niederschlag; mit der Auflösung eines Eisenoxydsalzes entsteht jedoch sogleich ein schön blauer Niederschlag, und das bekannte Berliner-Blau ist nichts Anderes, als eine auf diese Weise dargestellte Verbindung von Cyan mit Eisen. Die geringeren und helleren Sorten dieser vielfach verwendeten Farbe werden bereitet, indem man dem noch feuchten blauen Niederschlag aufgeschlämm-

ten weißen Thon zusetzt. Obgleich das Berliner-Blau Cyan enthält, so ist es doch nicht giftig.

Es ist zu bemerken, daß das Cyaneisenkalium zur Darstellung der Blausäure und der meisten übrigen Cyanverbindungen benutzt wird. (Vergleiche §. 59.)

§. 93. 6. Das schwefelsaure Eisenoxydul ($FeO, SO_3 + HO$), gewöhnlich grüner Vitriol oder Eisenvitriol genannt, ist ein aus schönen grünen, wasserhaltigen Krystallen gebildetes Salz. Man gewinnt es in großer Menge durch Oxydation des natürlichen Schwefeleisens, so daß es eins der wohlfeilsten Salze ist. Es hat wichtige Anwendungen zur Darstellung von Berliner-Blau, Tinte, violetten und schwarzen Zeugfarben, rauchender Schwefelsäure und manchen Eisenpräparaten. Auch gießt man seine Auflösung in Abtritte, um den üblen Geruch derselben zu entfernen.

7. Das kohlensaure Eisenoxydul ($FeO + CO_2$) wird erhalten, wenn man eine Auflösung des vorhergehenden Salzes mit kohlensaurem Natron versetzt. Es ist weiß, färbt sich aber schnell grün und braun, indem es Sauerstoff aufnimmt und zum Theil in Oxyd übergeht. Obgleich es im Wasser unlöslich ist, so kann es doch von Quellen, die Kohlensäure enthalten, aufgenommen werden, und man nennt Quellen, die es in dieser Weise aufgelös't enthalten, Stahlbrunnen.

22. Mangan.

Zeichen: Mn = 27; Dichte = 8.

§. 94. Das Mangan ist nach dem Eisen das verbreitetste der schweren Metalle, obgleich es nur selten in bedeutender Menge auftritt. Es giebt kaum ein Eisenerz, dem nicht Mangan beigemischt ist, daher denn das Eisen stets etwas von diesem Metall enthält, was mitunter 4 bis 6 Procent beträgt.

Das Metall selbst ist schwierig rein darzustellen und so strengflüssig, daß es keiner Anwendung fähig ist. Von seinen Verbindungen sind am wichtigsten:

Das Manganüberoxyd ($Mn\ O_2$), in der Regel Braunstein genannt, weil dieses Mineral auf Papier einen braunen Strich macht. Durch die Leichtigkeit, mit welcher dieses Ueberoxyd Sauerstoff abgiebt, ist es ein vielfach benutztes Oxydationsmittel, und dient daher zur Darstellung des Sauerstoffs (§. 22), zum Entfärben des Glases und bei der Bereitung des Chlors (§. 35), wodurch es ein für den Chemiker höchst wichtiger Körper ist.

Das Manganoxydul ($Mn\ O$) benutzt man, um den Glasflüssen eine violette Färbung zu ertheilen.

Wenn man das Ueberoxyd längere Zeit mit Kali glüht, so lös't sich nachher ein Theil der Masse in Wasser mit schön grüner Farbe als mangansaures Kali ($KaO + MnO_3$) auf. Ist diese Auflösung etwas verdünnt, so geht an der Luft ihre Farbe allmälig in ein schönes Purpurroth über, indem jetzt übermangansaures Kali ($KaO + Mn_2O_7$) in der Flüssigkeit enthalten ist, das

jedoch ebenfalls allmälig sich zersetzt, wodurch die Flüssigkeit endlich farblos erscheint. Wegen dieses eigenthümlichen Verhaltens hat jene grüne Verbindung den Namen mineralisches Chamäleon erhalten.

23. Kobalt. 24. Nickel.

Zeichen: Co = 29; Dichte = 8,7. Zeichen: Ni = 29; Dichte = 8,8.

§. 95 Diese beiden Metalle kommen meist in Gesellschaft und in sehr ähnlicher Verbindungsweise als Erze vor, die außerdem noch Arsen und Schwefel enthalten. Man glüht dieselben mit Kali und Salpeter, wodurch auflösliches arsensaures und schwefelsaures Kali entsteht, während die Oxyde jener Metalle zurückbleiben und zur Darstellung ihrer Verbindungen benutzt werden.

Beide Metalle sind hart, spröde, schwer schmelzbar und werden vom Magnete angezogen.

Das Kobaltoxyd bildet mit Kieselsäure eine tief dunkelblaue, glasartige Verbindung (§. 77), die fein gemahlen eine hellblaue, unter dem Namen von Schmalte oder Waschblau bekannte Farbe giebt. Die Salze des Kobalts haben eine rosenrothe oder blaue Farbe, und es ist noch zu bemerken, daß eine verdünnte Auflösung des Chlorkobalts als sympathetische Tinte dient. Schreibt man damit auf Papier, so ist die Schrift nicht sichtbar; sie erscheint jedoch, wenn man das Blatt erwärmt, mit blauer Farbe. Setzt man der Kobaltlösung einen Tropfen Chloreisen hinzu, so tritt die Schrift mit schön grüner Farbe hervor.

Die wichtigste Anwendung des Nickels ist die, daß es mit Zink und Kupfer eine Legirung bildet, die Neusilber oder Argentan heißt und eine dem Silber sehr nahe kommende Beschaffenheit hat. Die Salze des Nickels sind grün.

25. Kupfer.

Cuprum; Zeichen: Cu = 31; Dichte = 8,9.

§. 96. Dieses Metall hat eine schöne morgenrothe Farbe, ist sehr zähe und dehnbar, besitzt eine ziemliche Härte und erfordert eine sehr hohe Temperatur, um zu schmelzen. Man trifft es nicht selten im gediegenen Zustande, weshalb es den Alten bei weitem früher bekannt war, als das schwierig in metallischen Zustand überführbare Eisen. Doch kommt es häufiger mit Sauerstoff oder mit Schwefel verbunden vor.

Das Kupfer wird bekanntlich in Form von Tafeln zu einer Menge von Geräthschaften, namentlich zu Kesseln und Destillirapparaten verarbeitet, indem es vor dem Eisen den Vorzug hat, daß es von der Luft weniger verändert wird. Mit anderen Metallen bildet es eine Reihe von Legirungen, die den mannichfachsten Zwecken dienen. Wir bemerken als die wichtigsten:

1. Das Messing, aus 71 Theilen Kupfer und 29 Theilen Zink bestehend,

ist hellgelb und wird gewöhnlich zu Gußwerken benutzt. 2. Das Rothmessing, auch Tomback oder Similor genannt, hat 85 Kupfer und 15 Zink. In dünne Blättchen geschlagen bildet es das unächte Blattgold, welches zerrieben als unächte Goldfarbe und zum Bronciren benutzt wird. 3. Die Bronce, welche vorzugsweise im Alterthum zu Geräthen und Kunstwerken aller Art verwendet wurde, besteht aus 85 bis 97 Theilen Kupfer und aus 15 bis 3 Zinn. 4. Das Kanonenmetall enthält 90 Kupfer und 10 Zinn. 5. Das Glockenmetall enthält 75 bis 80 Kupfer und 25 bis 20 Zinn. 6. Das Neusilber oder Argentan besteht aus 2 Kupfer, 1 Nickel und 1 Zink. 7. Das Münz- und Werksilber und ebenso das Gold sind stets Legirungen dieser Metalle mit Kupfer, worauf wir später näher zurückkommen.

Verbindungen des Kupfers.

§. 97. Allgemeines. Insofern sie löslich sind, zeichnen sich dieselben durch einen ekelerregenden metallischen Geschmack aus, den man empfindet, wenn man einen Gegenstand von Messing oder Kupfer mit der Zunge berührt. Innerlich wirken sie giftig, und man vermeidet aus diesem Grunde kupferne Geschirre so viel als möglich zu Speisegeräthen. Bei den nichts desto weniger häufigen Vergiftungen durch Kupfer wendet man zunächst Brechmittel und nachher reichliche Mengen von Zuckerwasser an. Die vorherrschenden Farben der Kupferverbindungen sind blau und grün.

1. Kupferoxyd (CuO) entsteht als schwarze Masse, wenn Kupfer an der Luft geglüht wird. Kupferoxydhydrat ($CuO + HO$) ist ein schön blau gefärbter Niederschlag, der sich bildet, wenn eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit Kali versetzt wird. Bei gelindem Erhitzen giebt dasselbe jedoch Wasser ab und verwandelt sich in schwarzes Oxyd.

2. Schwefelsaures Kupferoxyd ($CuO + SO_3$) mit Krystallwasser, auch blauer Vitriol genannt, ist eins der schönsten Salze, und wird durch Erwärmen des Kupfers mit Schwefelsäure erhalten. Es dient zur Darstellung vieler Kupferpräparate und außerdem zum sogenannten Anmachen des Weizens, indem man die zur Aussaat bestimmte Frucht in eine Auflösung jenes Salzes einweicht.

3. Kohlensaures Kupferoxyd ($CuO + CO_2$) ist ein blaugrüner Niederschlag, der entsteht, wenn die Auflösung des vorhergehenden mit kohlensaurem Natron versetzt wird. Man benutzt es als Farbe. Diese Verbindung bildet sich namentlich, wenn Kupfer oder Legirungen desselben mit Wasser und Luft in Berührung sind, und wird gewöhnlich Grünspan genannt.

4. Arsenigsauren Kupferoxyd enthält das schöne, lebhafte Schweinfurter Grün, das jedoch wegen seiner giftigen Eigenschaften ganz außer Anwendung gesetzt zu werden verdient.

Von dem essigsauren Kupferoxyd oder dem eigentlichen Grünspan kann erst später die Rede sein.

26. Wismuth.

Bismuthum; Zeichen: Bi = 106; Dichte = 9,8; Schmelzpunkt = 246° C.

Dieses weiße, etwas in's Röthliche gehende Metall ist weder häufig, noch hat es besondere Eigenschaften von größerer Bedeutung. Doch wollen wir bemerken, daß es beim langsamen Erkalten eine ausgezeichnete Neigung hat, Krystalle zu bilden. Man benutzt es zu den leichtflüssigen Legirungen (s. Zinn) und sein Oxyd wird in der Medicin und als weiße Schminke angewendet. §. 98.

27. Blei.

Plumbum; Zeichen: Pb = 103; Dichte = 11,5; Schmelzpunkt = 322° C.

In der Regel findet man das Blei mit Schwefel verbunden als ein grauweiß glänzendes Mineral, Bleiglanz genannt. Wenn man dasselbe an der Luft erhitzt, oder, wie die Hüttenleute sagen, röstet, so verbrennt der Schwefel zu schwefliger Säure, und das Blei verbindet sich mit Sauerstoff. Dieses Oxyd wird alsdann mit Kohle zusammengeschmolzen und dadurch metallisches Blei gewonnen. §. 99.

Jedermann kennt dieses dichte, weiche, mit dem Messer schneidbare Metall, welches in Platten gewalzt und zu Röhren ausgezogen und zu mancherlei Gußwerk verwendet wird, worunter Kugel und Schrot nicht die wenigst wichtigen sind. Dasselbe dient noch zu manchen Legirungen, deren beim Zinn gedacht wird.

Die Verbindungen des Bleies sind sämmtlich giftig, und erzeugen heftiges Bauchgrimmen, sogenannte Bleikolik, gegen welche schwefelwasserstoffhaltige Quellen gebraucht werden. Oefters entstehen Bleivergiftungen durch Anwendung bleihaltiger Zinngeschirre und schlecht gebrannter Töpferwaare (§. 88). §. 100.

1. Das Bleioxyd (PbO), auch Glätte oder Silberglätte genannt, entsteht, wenn Blei an der Luft erhitzt wird, was namentlich bei der Gewinnung des Silbers der Fall ist, wo man es daher als Nebenproduct erhält. Es ist gelblichgrau, aus glänzenden Blättchen bestehend. Es dient zur Bereitung anderer Bleiverbindungen, namentlich des Glases, der Glasur (§. 75) und von Firnissen und Pflastern.

Ein Gemenge von Bleioxyd mit Blei-Ueberoxyd ist die ziegelrothe Mennige, die als Farbe und zu ähnlichen Zwecken benutzt wird, wie das Oxyd.

2. Das kohlensaure Bleioxyd ($PbO + CO_2$) oder Bleiweiß ist eine der wichtigsten Farben. Man erhält es am einfachsten, wenn Kohlensäure in eine Auflösung von essigsaurem Bleioxyd geleitet wird. Diese weiße Farbe besitzt in hohem Grade eine Eigenschaft, die man bei den Farben das Decken nennt, weshalb das Bleiweiß in der Regel die Grundlage der meisten übrigen Farben macht. Die geringen Sorten desselben enthalten jedoch viel Schwer-

spath (§. 83), beigemengt. Aechtes Bleiweiß, auch Kremser Weiß genannt, muß sich vollkommen in verdünnter, reiner Salpetersäure auflösen.

28. Zinn.

Stannum; Zeichen: Sn = 58; Dichte = 7,3; Schmelzpunkt = 228° C.

§. 101. Nächst dem Silber ist das Zinn das schönste der weißen Metalle und wegen seines Glanzes und seiner Unveränderlichkeit an der Luft wird es vielfach zu Tischgeräthen angewendet. Man trifft es meist mit Sauerstoff verbunden, als sogenannten Zinnstein, der mit Kohle geschmolzen das reine Metall giebt. England, Spanien und Ostindien liefern das beste Zinn. Mitunter ist das Zinn arsenhaltig oder absichtlich mit Blei verfälscht und daher in beiden Fällen gefährlich.

Man verwendet dieses Metall zu Gußwaaren, schlägt daraus das Blattzinn oder Stanniol und das unächte Blattsilber, das auch als Silberfarbe dient, und benutzt es namentlich, um Eisen vor dem zerstörenden Einfluß der Luft zu schützen, indem man Eisenbleche mit Zinn überzieht oder vielmehr legirt, worauf dasselbe Weißblech genannt wird und ein höchst werthvolles Material zu tausend Zwecken ist. Auch Kupfergeschirre werden verzinnt und dadurch für Speisen benutzbar, da das Zinn von diesen nicht angegriffen wird. Einiger Zinn-Legirungen wurde schon beim Kupfer gedacht, andere bemerkenswerthe sind:

1. Das Schnellloth der Spengler aus 2 Theilen Zinn und 1 Theil Blei. 2. Das leichtflüssige Metallgemisch aus 8 Wismuth, 5 Blei, 3 Zinn schmilzt bei 100° C., und das aus 4 Wismuth, 1 Blei, 1 Zinn bei 94° C.

Von den Verbindungen des Zinns bemerken wir:

1. Das Zinnoxyd (SnO), welches beim Erhitzen des Metalls an der Luft entsteht und namentlich zur Darstellung des Emails (§. 77) und der Glasur von Fayence (§. 88) benutzt wird.

2. Das Chlorzinn (SnCl) erhält man in farblosen Krystallen, wenn Zinn in Salzsäure gelöst wird. Wegen seiner Eigenschaft, viele Farben zu erhöhen, macht man davon eine ausgedehnte Anwendung in der Kattundruckerei.

3. Das Schwefelzinn, das man bereitet, indem Zinnspäne mit Schwefel längere Zeit gelinde erhitzt werden, ist eine goldgelbe metallglänzende Verbindung, die unter dem Namen Musivgold als Goldfarbe benutzt wird.

29. Zink.

Zeichen: Zn = 32; Dichte = 6,8; Schmelzpunkt = 412° C.

§. 102. Das Zink ist ein weißes, sprödes Metall, welches man hauptsächlich aus einem Minerale erhält, das Galmei genannt wird und kieselsaures Zinkoxyd ist. Es wird theils zu Gußwerken, theils in Platten gewalzt zu Dachbedeckungen u. s. w. angewendet. Wir haben bereits gesehen, daß es ein Be-

standtheil des Messings und des Neusilbers ist. Von den Chemikern wird es vorzugsweise bei der Darstellung des Wasserstoffs benutzt.

Die Verbindungen des Zinks äußern innerlich eine giftige, zunächst brechenerregende Wirkung, äußerlich sind dagegen mehrere als werthvolle Mittel gegen manche Augenleiden sehr geschätzt, wie namentlich das weiße Zinkoxyd (ZnO) und das schwefelsaure Zinkoxyd ($ZnO + SO_3$), welch letzteres auch weißes Nichts oder Augenzucker genannt wird.

30. Chrom.

Zeichen: $Cr = 26$; Dichte $= 5{,}9$.

Dieses Metall ist weniger allgemein bekannt, als die vorhergehenden, obgleich es eins der interessantesten ist. Fast alle seine Verbindungen besitzen nämlich eine ausgezeichnet schöne Farbe, daher es denn auch den griechischen Namen Chrom, d. i. Farbe, erhalten hat. §. 103

Es findet sich im Chromeisenstein, der aus Eisenoxydul und Chromoxyd (Cr_2O_3) besteht. Indem man das gepulverte Mineral mit Kali glüht, entsteht Chromsäure (CrO_3), die sich mit dem Kali zu chromsaurem Kali ($KaO + CrO_3$), einem gelben, in Wasser löslichen Salze verbindet, das zur Darstellung aller übrigen Chromverbindungen dient.

Das Metall an und für sich ist, ähnlich wie Mangan und reinstes Eisen, höchst strengflüssig, und von keiner besonderen Bedeutung. Betrachten wir daher seine Verbindungen.

1. Das Chromoxyd (Cr_2O_3) erhält man als schönes grünes Pulver, wenn Sauerstoff der Chromsäure entzogen wird, was z. B. geschieht, sobald chromsaures Kali mit Schwefelkalium in Auflösung erwärmt wird. Es giebt noch viele Darstellungsarten desselben, die es mehr oder weniger schön grün liefern. Es dient als Farbe, namentlich in der Glas- und Porzellanmalerei (§. 77).

2. Das Chlorchrom (Cr_2Cl_3) ist eine in glänzenden pfirsichblüthroth bis violetten Schuppen krystallisirende Verbindung, die jedoch keine Anwendung hat.

3. Das Doppelsalz aus schwefelsaurem Chromoxyd mit schwefelsaurem Kali ($Cr_2O_3, 3SO_3 + KaO, SO_3$) stellt prächtige granatrothe Krystalle dar. Es heißt Chrom-Alaun und ist ohne Anwendung.

4. Dagegen ist das chromsaure Bleioxyd ($PbO + CrO_3$) eine in verschiedenen Abstufungen sehr vielfach angewendete gelbe Farbe, die erhalten wird, wenn man die Auflösung eines Bleioxydsalzes mit chromsaurem Kali vermischt.

5. Endlich zeichnet sich das chromsaure Quecksilberoxyd durch eine schöne zinnoberrothe Färbung aus, mancher anderen Verbindungen dieses Metalls nicht zu gedenken, die wie alle, welche löslich sind, eine giftige Wirkung äußern.

31. Antimon.

Stibium; Zeichen: Sb = 129; Dichte = 6.8; Schmelzpunkt = 425° C.

§. 104. Wir begegnen hier einem der sprödesten Metalle, denn das Antimon läßt sich leicht zu Pulver zerstoßen.

Es hat eine weiße Farbe, einen feinkörnigen Bruch und ist an der Luft ziemlich unveränderlich. 1 Theil Antimon mit 4 Theilen Blei zusammengeschmolzen geben eine Legirung, aus der man die Lettern der Buchdrucker gießt.

Die Verbindungen des Antimons sind merkwürdig wegen ihrer medicinischen Wirksamkeit, und gehören deshalb zu den wichtigsten Arzneimitteln. In größerer Menge wirken sie brechenerregend, selbst giftig, in geringer Gabe schweißtreibend. Wir bemerken in dieser Hinsicht das Antimonoxyd (SbO) und namentlich das Schwefelantimon (SbS_5), welches unter dem Namen Spießglanz als schwarzes, krystallinisch glänzendes Mineral vorkommt, während das künstliche Schwefelantimon, Goldschwefel genannt, ein schön orangefarbenes Pulver (§. 43) darstellt. Mit mehr Sauerstoff verbunden bildet das Antimon die antimonige Säure (SbO_3) und die Antimonsäure (SbO_5).

32. Quecksilber.

Hydrargyum; Zeichen: Hg = 100; Dichte = 13,5; Siedepunkt = 360° C.

§. 105. Mit diesem Metall beginnen wir die Reihe der sogenannten edlen Metalle, die an der Luft unverändert sich erhalten.

Das Quecksilber vereinigt in sich merkwürdige Eigenschaften denn indem es einer der dichtesten Körper ist, haben dabei seine Theilchen doch einen geringen Zusammenhang, so daß es flüssig sich darstellt. Seiner wichtigen Anwendung beim Barometer und Thermometer ist in der Physik bereits gedacht worden.

Aber noch andere Eigenschaften machen es zu wichtigen Anwendungen geschickt. So besitzt es die Fähigkeit, den Zusammenhang der meisten übrigen Metalle aufzuheben, sie daher aufzulösen und damit flüssige Gemenge darzustellen, die Amalgame genannt werden Eines solchen Amalgams aus Quecksilber und Zinn bedient man sich zum Belegen des Glases, das dadurch zum Spiegel wird. Ein Amalgam aus 2 Theilen Quecksilber, 1 Theil Zinn und 1 Theil Zink wird bei der Elektrisirmaschine benutzt. Zur Gewinnung des Goldes und Silbers und zum Vergolden ist das Quecksilber mitunter unentbehrlich.

Dieses Metall findet sich entweder gediegen, oder mit Schwefel verbunden, und wird aus letzterer Verbindung abgeschieden, indem man dieselbe, mit Eisenfeile gemengt, der Destillation unterwirft. Es wird in Deutschland, in Rheinbayern und zwar in nicht bedeutender Menge gewonnen, wogegen die Werke von Idria in Krain ergiebiger sind. Spanien hat zu Almaden sehr reiche Quecksil-

bergwerke. Das meiste kommt jedoch aus Südamerika. Es gehört immerhin zu den seltneren Metallen, und ein Pfund desselben kostet 3 bis 3½ Gulden.

§. 106 Die Verbindungen des Quecksilbers sind größtentheils sehr starke Gifte, wie denn die Dämpfe des Metalls an und für sich schon höchst schädlich sind und zunächst Speichelfluß veranlassen. In geringen Gaben werden jedoch mehrere derselben als Arzneimittel von entschiedener Wirksamkeit angewendet.

1. Quecksilberoxyd (HgO) erhält man als ziegelrothes, glänzendes Pulver durch Erhitzen des salpetersauren Quecksilberoxyds. Es wird zur Darstellung des Sauerstoffs (§. 22) und in der Medicin zu Augensalben angewendet.

2. Das Zweifach-Chlorquecksilber ($HgCl$) hat auch den Namen Sublimat erhalten, da es durch Sublimation (Physik §. 129) eines Gemenges von Kochsalz mit schwefelsaurem Quecksilberoxyd erhalten wird. Diese Verbindung erweis't sich als eins der stärksten Gifte sowohl gegen das Thier- als Pflanzenleben. Seine Auflösung dient daher, um Bauholz gegen die Verbreitung eines Schwammgebildes zu schützen, das unter dem Namen der Trockenfäule im Holzwerk oft ungeheuren Schaden anrichtet. Dieses Verfahren wird nach dessen Erfinder Kyanisirung genannt. Der Sublimat wird als äußerliches Mittel gegen Flechten und andere hartnäckige Hautübel angewendet.

3. Wird Zweifach-Chlorquecksilber mit Quecksilber vermengt und sublimirt, so erhält man das Einfach-Chlorquecksilber (Hg_2Cl) oder Kalomel, das eins der am häufigsten angewendeten Arzneimittel ist und zunächst abführend wirkt.

4. Des Schwefelquecksilbers (HgS) oder Zinnobers ist bereits in §. 6 und 16 vielfach Erwähnung geschehen. Obgleich es in der Natur gebildet vorkommt, so wird diese schöne hochrothe Farbe dennoch künstlich dargestellt, indem 1 Thl. Schwefel mit 6 Thln. Metall gemengt und sublimirt und die erhaltene Masse nachher auf's Feinste zerrieben wird. Vorzüglich schönen Zinnober verstehen die Chinesen zu bereiten.

33. Silber.

Argentum; Zeichen: Ag = 108; Dichte = 10; Schmelzpunkt = 1000° C.

§. 107. Das Silber ist, wenn auch nicht das kostbarste, doch das freundlichste aller Metalle, und Jedermann liebt seinen hellen Blick an Geschirr und mannichfachem Zierrath, wozu es vielfach verwendet wird, denn es ist sehr weiß und dehnbar, so daß es sich zu schönen Arbeiten treiben und in dünne Fäden ziehen läßt.

Das Silber findet sich gediegen, sehr häufig jedoch mit Blei legirt in silberhaltigen Bleierzen. Aus diesen wird es in der Weise dargestellt, daß sie in einem Flammenofen erhitzt werden, wobei das Blei in Oxyd oder sogenannte Silberglätte (§. 99) übergeht, während das Silber als reines Metall zurückbleibt.

Die verbreitetste Anwendung des Silbers ist die zu Münzen. Da reines Metall zu weich ist, folglich im Verkehr allzuschnell sich abnutzen würde, so er-

hält das Münzsilber stets einen Zusatz von Kupfer, wodurch es härter wird. Das Verhältniß des Kupfergehaltes zum Silber wird in der Weise ausgedrückt, daß man von einer bestimmten Gewichtseinheit vollkommen reinen Silbers oder sogenanntem Feinsilber ausgeht. Eine solche Einheit ist die Mark, welche 16 Loth oder 233,85 Gramm wiegt. Man nennt nun ein Silber 16löthig, wenn in einer Mark oder 16 Loth desselben 16 Loth Feinsilber enthalten sind, 15löthig, wenn in 16 Loth desselben 15 Loth Feinsilber und 1 Loth Kupfer enthalten sind, 13löthig, wenn in 16 Loth nur 13 Loth Silber und 3 Loth Kupfer enthalten sind u. s. w.

Den Werth und Gehalt der Münzsorten bezeichnet man dadurch, daß angegeben wird, wie viel Stücke einer gewissen Münzsorte aus einer Mark Feinsilber geprägt werden. Oesterreich prägt aus der feinen Mark 20 Gulden; die süddeutschen Staaten bilden einen Münzverein und prägen daraus $24\frac{1}{2}$ Gulden und die norddeutschen 14 Thaler. Demnach müssen je 20 fl. österreichisch und $24\frac{1}{2}$ fl. des Münzvereins und 14 Thaler preußisch je eine Mark Feinsilber enthalten und ihr Silberwerth daher einander gleich sein. Der Werth dieser einzelnen Münzen verhält sich natürlich gegenseitig wie die Zahlen $14 : 20 : 24\frac{1}{2}$ Unter Münzfuß versteht man eben dieses Eintheilen der Mark in eine bestimmte Anzahl von groben Geldstücken, weshalb nach dem Zwanzig-Guldenfuß die Mark in 20 Wertheinheiten getheilt wird, die man Gulden nennt, nach dem $24\frac{1}{2}$ Guldenfuß sind es deren $24\frac{1}{2}$. Ein österreichischer Gulden ist folglich nicht darum mehr werth, als ein Gulden des Münzvereins, weil er feineres Silber enthält, sondern weil er einen größeren Bruchtheil der Mark vorstellt, denn $\frac{1}{20}$ von 16 ist offenbar mehr als $\frac{1}{24\frac{1}{2}}$ von 16.

Wie bereits erwähnt, werden jedoch die Münzen nicht aus Feinsilber geschlagen, sondern sie erhalten einen Zusatz von Kupfer. Bei den Guldenstücken und Zweithalerstücken des Münzvereins beträgt er 1 Theil Kupfer auf 9 Theile Silber. Diese Münzen sind daher 14,4löthig und stimmen hinsichtlich ihres Silbergehaltes genau überein mit dem der Fünffrankthaler. Ein Vereinsthaler = 2 Thlr. preuß. = $3\frac{1}{2}$ Gulden muß wiegen: $2\frac{1}{2}$ Loth (= 37,1 Gramm); ein Vereinsgulden muß wiegen: $\frac{7}{10}$ Loth (= 10,6 Gramm). Die preußischen Einthalerstücke werden aus 12löthigem Silber geschlagen und wiegen 21,9 Gramm.

Zur Scheidemünze erhält das Silber jedoch einen stärkeren Zusatz von Kupfer, weil diese dem Abnutzen noch mehr ausgesetzt ist. Da die Verfertigung dieser kleineren Münze verhältnißmäßig mehr kostet, als die der groben, so wird sie in geringerem Werthe ausgeprägt. Aus einer feinen Mark werden z. B. im Preußischen 14 ganze Thalerstücke geschlagen, aber für 16 Thaler Scheidemünze. Folglich enthalten 14 Thaler, die mit letzterer bezahlt werden, nicht eine feine Mark; ihr Nennwerth ist daher größer, als ihr eigentlicher Silberwerth. Aus diesem Grunde werden große Zahlungen niemals in Scheidemünze, sondern nur in grobem Gelde angenommen

Die Prüfung des Silbers auf seinen Feingehalt geschieht entweder annähernd, indem man damit einen Strich auf einen harten schwarzen Stein (Probirstein) macht, und die Farbe des Strichs mit dem Strich eines Silbers von bekanntem Gehalte vergleicht, wozu man 16 sogenannte Probirnadeln von 1- bis 16löthigem Silber hat. Oder man schmilzt eine gewogene Probe mit Blei zusammen, und erhitzt die Legirung in einem porösen Tiegel, in welchen alsdann Blei und Kupfer sich hineinziehen, während ein reines Silberkorn zurückbleibt. Am genauesten ist jedoch die sogenannte nasse Probe, welche darin besteht, daß man von dem zu untersuchenden Silber etwas in Salpetersäure auflös't, und durch Chlornatrium das Silber als unlösliches Chlorsilber niederschlägt, während Kupfer aufgelös't bleibt.

§. 108. Von den Verbindungen des Silbers bemerken wir das salpetersaure Silberoxyd ($AgO + NO_5$), das man in weißen Krystallen durch Auflösung des reinen Silbers in Salpetersäure erhält. Diese Verbindung wirkt ätzend und zerstört leicht thierische Gebilde, weshalb sie in der Heilkunde unter dem Namen von Höllenstein äußerlich angewendet wird. Dabei färbt ihre Auflösung organische Stoffe nach einiger Zeit schwarz, so daß man dieselbe als sogenannte unauslöschliche Tinte zum Bezeichnen des Weißzeugs benutzt.

Das Chlorsilber entsteht, wenn zur Auflösung des Silbers Chlor oder irgend eine chlorhaltige Verbindung gebracht wird. Es ist ein weißer Niederschlag, der sich im Sonnenlichte schnell violett und endlich schwarz färbt. Noch schneller wird das Jodsilber vom Licht verändert, worauf wir noch näher zurückkommen.

34. Gold.

Aurum; Zeichen: Au = 98; Dichte = 19,5; Schmelzpunkt: 1200° C.

§. 109. Das gleißende Gold ist das prachtvollste aller Metalle, und daher schon von den Alten die Sonne oder der König der Metalle genannt worden. Es findet sich ziemlich verbreitet, jedoch niemals in großen Massen, und ist daher auch kostbarer, als die übrigen Metalle. Am häufigsten ist es in Südamerika (Californien), in Australien (Bathurst), Ostindien, Afrika, Ungarn und am Ural. In der Regel trifft man das Gold gediegen, theils in größeren Stücken, theils in kleinen Körnchen in anderem Gestein eingesprengt. Aus der Verwitterung dieser entsteht der goldhaltige Sand, den viele Flüsse, z. B. auch der Rhein, führen, und aus welchem das Gold wegen seiner großen Dichte ausgewaschen werden kann. Aus armen Erzen wird es meistens dadurch ausgezogen, daß man dieselben mit Quecksilber schüttelt, welches das Gold auflös't. Beim nachherigen Erhitzen des Amalgams destillirt das Quecksilber, während Gold zurückbleibt.

Von den ausgezeichneten Eigenschaften des Goldes ist besonders seine außerordentliche Dehnbarkeit hervorzuheben, denn man kann z. B. einen Gran Gold zu einem 500 Fuß langen Draht ausziehen, und es zu Blättchen schlagen, deren Dicke kaum 1/200000 Zoll beträgt. Daher werden denn viele Gegenstände

vergoldet, entweder indem man sie mit solchem Blattgold belegt, wie z. B. die Rahmen und Leisten für Bilder, oder indem metallene Gegenstände mit einer Auflösung von Gold in Quecksilber bestrichen und nachher erhitzt werden, damit das letztere Metall sich verflüchtigt (Feuervergoldung), oder endlich auf galvanischem Wege (§. 113).

In chemischer Beziehung ist zu bemerken, daß das Gold von keiner einzigen Säure angegriffen wird. Dagegen wird es von freiem Chlor aufgelöst, und man bedient sich deshalb eines Gemenges von Salpetersäure und Salzsäure (§. 36) unter dem Namen des Königswassers zur Auflösung des Goldes.

Da dieses Metall ziemlich weich und sehr kostbar ist, so wird es niemals in reinem Zustande, sondern stets mit Zusatz von Kupfer oder Silber verarbeitet. Eine Mark feines Gold wird in 24 Karat getheilt, und 24karatiges Gold ist reines Gold; das 23karatige hat 23 Karat Feingold und 1 Karat Zusätz u. s. w. Die holländischen und österreichischen Ducaten werden aus 23karatigem, die französischen und preußischen Goldmünzen aus $21\frac{3}{4}$karatigem gemacht. Zu Gegenständen des Schmuckes wird Gold von viel geringerem Gehalte genommen.

35. Platin.

Zeichen: Pl = 98; Dichte = 21.

§. 110. Dieses Metall ist erst nach der Entdeckung Amerikas bekannt geworden, aus dessen südlichem Theil es ausschließlich zu uns kam, bis es in diesem Jahrhundert auch am Ural entdeckt wurde. Es findet sich immer gediegen, hat eine weiße in's Graue gehende Farbe, ist ziemlich weich und sehr dehnbar. Gleich dem Golde wird es nur von Chlor angegriffen, und es ist daher nur in Königswasser löslich. Vor jenem hat es jedoch den Vorzug, daß es in den stärksten Feuergraden unschmelzbar ist. Diese Eigenschaften verleihen dem Platin großen Werth zu manchen chemischen Geräthschaften, als Tiegeln, Schalen, und in §. 41 haben wir gesehen, daß man selbst Destillirgefäße aus diesem Metalle verfertigt, dessen Werth ungefähr 14 Gulden für ein Loth beträgt. In Rußland wurde es auch zu Münzen ausgeprägt.

Wegen seiner Unschmelzbarkeit bietet die Bearbeitung des Platins besondere Schwierigkeiten dar. In sehr fein vertheiltem Zustande stellt das Platin eine graue sehr poröse Masse, den sogenannten Platinschwamm dar, der die merkwürdige Eigenschaft besitzt, Gase in seinen Zwischenräumen zu verdichten. Eine Folge hiervon ist seine Fähigkeit, Wasserstoffgas zu entzünden, welches auf Platinschwamm geleitet wird, wovon man häufig bei den Zündmaschinen Anwendung macht.

II. Eigenthümliche Zersetzungen der einfachen chemischen Gruppen.

1) Zersetzung durch Elektricität.

§. 111. Wenn ein elektrischer Strom (Physik §. 186) durch irgend eine flüssige chemische Verbindung geleitet wird, so findet eine Zersetzung der letzteren Statt, vorausgesetzt, daß der Strom hinreichend stark ist, und daß die beiden Drähte, durch welche der Strom ein- und austritt, nicht allzuweit von einander entfernt sind.

Es findet bei dieser Zersetzung das Eigenthümliche Statt, daß der eine Bestandtheil der Verbindung an den positiven Pol, der andere an den negativen sich begiebt. Man nennt daher jenen ersten den elektronegativen, den letzteren den elektropositiven Bestandtheil der Verbindung.

Wenn die Poldrähte von solcher Beschaffenheit sind, daß sie mit den daran ausgeschiedenen Körpern sich verbinden können, so geschieht dieses. Bestehen z. B. die Drähte aus Kupfer und es wird an einem derselben Sauerstoff ausgeschieden, so verbindet sich dieser mit dem Kupfer zu Kupferoxyd. Man wählt daher als Leitungsdrähte in der Regel das Platin, weil es nur von wenig Körpern angegriffen wird.

Die Salze werden immer in der Weise zersetzt, daß die Säure nach dem + Pol, die Base nach dem — Pol sich begiebt. Bringt man daher in die zweischenklige Glasröhre Fig. 28 eine Auflösung von schwefelsaurem Natron ($NaO + SO_3$), die durch etwas Veilchensaft oder Blaukohl blau gefärbt ist, und leitet alsdann mittels der beiden Drähte einen Strom durch dieselbe, so begiebt sich die Schwefelsäure an den + Pol, und färbt in diesem Schenkel die Flüssigkeit roth, während sie im anderen von dem frei gewordenen Natron grün gefärbt wird. Sobald man den Strom unterbricht, verbindet sich die Säure wieder mit der Base, und die hierdurch neutral werdende Flüssigkeit erscheint wieder blau. (Vergl. §. 17). Es werden die beiden Glasröhren Fig. 29 mit Wasser angefüllt und durch dieses ein kräftiger elektrischer Strom geleitet, so wird das Wasser zersetzt und man erhält in der einen Röhre Sauerstoff und in der anderen noch einmal so viel Wasserstoff (§. 28).

Fig. 28.

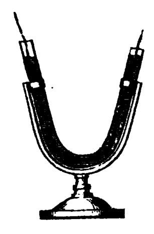
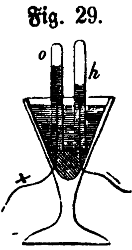


Fig. 29.



§. 112. Von den uns bekannt gewordenen einfachen Stoffen wird der Sauerstoff unter allen Umständen vom + Pol und

das Kalium vom — Pol angezogen. Die übrigen Körper treten bald an dem einen oder an dem anderen jener Pole auf. In der folgenden, sogenannten elektrischen Reihe sind dieselben in der Art geordnet, daß jeder Stoff sich zu den ihm nachfolgenden elektronegativ verhält, zu den vorhergehenden aber elektropositiv. So z. B. wird das Chlor aus seiner Verbindung mit Sauerstoff am — Pol ausgeschieden, aus seinen Verbindungen mit dem Wasserstoff oder mit den Metallen am + Pol. Diejenigen Stoffe, welche in dieser Reihe am weitesten von einander stehen, haben stärkere gegenseitige Verwandtschaften, als die nahe auf einander folgenden.

Elektrische Reihe der einfachen Stoffe.

—Sauerstoff,	Kohle,	Kupfer,	Alumium,
Schwefel,	Chrom,	Wismuth,	Magnium,
Stickstoff,	Bor,	Blei,	Calcium,
Chlor,	Antimon,	Kobalt,	Strontium,
Brom,	Kiesel,	Nickel,	Barium,
Jod,	Gold,	Eisen,	Natrium,
Fluor,	Platin,	Zink,	+Kalium.
Phosphor,	Quecksilber,	Wasserstoff,	
Arsen,	Silber,	Mangan.	

Die Wichtigkeit des hier Angedeuteten für die Wissenschaft ist unverkennbar, und man hat in der That den Versuch gemacht, die chemische Verwandtschaft und die chemischen Erscheinungen aus dem elektrischen Zustande der einfachen Stoffe zu erklären.

Die Galvanoplastik

§. 113. ist eine praktische Anwendung der Zersetzung durch den elektrischen Strom. Man denke sich die Auflösung eines Metalloxyds, z. B. schwefelsaures Kupferoxyd, unter dessen Einfluß, so wird der Sauerstoff an den positiven, das Kupfer an den negativen Pol treten. Da aber Metalle nicht mit einander sich verbinden, so wird das ausgeschiedene Kupfer einen Ueberzug auf dem Poldrahte bilden. Nun ist es aber gleichgültig, welche Gestalt wir dem Pole geben, so daß dieser ebenso gut in einen Draht, eine Kugel oder in eine Platte mit beliebigen Erhöhungen und Vertiefungen endigen kann. Das durch den elektrischen Strom darauf abgelagerte Kupfer muß alsdann nothwendig eine der Form des Poles entsprechende Gestalt annehmen. Auf diese Weise gelingt es denn, die genauesten Nachbildungen von Münzen, gestochenen Kupferstichplatten u. s. w. darzustellen.

Die Vergoldung und Versilberung auf galvanischem Wege beruht auf denselben Grundsätzen. Die Flüssigkeit muß alsdann eine Auflösung von Gold oder Silber enthalten, und der zu vergoldende metallene Gegenstand bil-

det selbst den negativen Pol, welcher von dem ausgeschiedenen edlen Metall überzogen wird.

3) Zersetzung durch Licht.

Neben seiner erleuchtenden Eigenschaft übt das Licht der Sonne noch wesentlichen Einfluß, namentlich auf die chemische Verwandtschaft und die Lebensthätigkeit aus. Wir haben im §. 22 gesehen, daß die Blätter nur im Sonnenlichte Sauerstoff entwickeln, im §. 36, daß Chlor und Wasserstoff nur dann sich verbinden, wenn sie vom Sonnenlichte getroffen werden. Da wir (Physik §. 88) das Licht als Schwingung des Aethers bezeichnet haben, so liegt darin eine gewisse Vermittlung zur Anregung der Bewegung materieller Theilchen, die sich jedoch nur unbestimmt in der Vorstellung bilden und im Versuche nicht nachweisen läßt. §. 114.

Die Daguerrotypen, Photographien

oder Lichtbilder sind in neuerer Zeit berühmt gewordene Erfolge der Zersetzung chemischer Verbindungen durch das Sonnenlicht. Zur Erklärung derselben halte man Folgendes fest.

Das Jodsilber ist eine gegen die Einwirkungen des Lichtes höchst empfindliche Verbindung. Man erhält sie zu diesen Versuchen am zweckmäßigsten, indem eine polirte Silberplatte den Dämpfen des Jods so lange ausgesetzt wird, bis sie mit einer blaßgelben Schicht von Jodsilber überzogen ist. Nun aber werfen bekanntlich (Ph. §. 143) die helleren Körper oder Theile derselben mehr Lichtstrahlen zurück, als die dunkleren. Bringe ich daher die jodirte Silberplatte in ein finsteres Behälter und fange auf ihr das mittels einer Sammellinse (Physik §. 163) erzeugte Bild irgend eines Gegenstandes auf, so wird das Jod an den Stellen von dem Silber abgeschieden, wo die Lichtstrahlen jenes Gegenstandes auftreffen, und zwar da um so schneller und vollständiger, wo das meiste Licht auffällt. In wenigen Secunden ist diese Zersetzung meist schon vollendet, doch ist sie nicht stark genug, um für sich allein schon ein Bild auf der Platte erkennen zu lassen. Diese wird deshalb den Dämpfen von Quecksilber ausgesetzt und indem dieses in höchst feinen Kügelchen auf den von Jod befreiten Theilen der Platte sich anlegt, tritt das Bild hervor. Man legt jetzt die Platte in eine Salzlösung, die das übrige Jodsilber hinwegnimmt, damit das Bild durch das Licht nicht weiter verändert werde.

Die Zeichnung des Daguerrotypes besteht also aus dunklem Silbergrund, auf welchem an gewissen Stellen helle Kügelchen von Quecksilber angelegt sind. Daher kann das Bild mit Leichtigkeit abgewischt werden, und es erhält darum auf galvanischem Wege eine höchst schwache Vergoldung und eine schützende Bedeckung von Glas.

Die Entdeckung dieses Verfahrens, das Abbildungen von wunderbarer Wahrheit giebt, wurde im Jahre 1839 in Paris von Daguerre gemacht, der dafür eine Belohnung von seinem Volke erhielt.

Photographien auf Papier werden erhalten, indem ein mit Jodsilber durchtränktes Papier in der Camera obscura der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt und nachher in eine Auflösung von Gallussäure gebracht wird. Man erhält ein sogenanntes negatives Bild, in welchem die lichten Stellen dunkel erscheinen. Indem dieses auf ein Jodsilber-Papier gelegt, dem Sonnenlicht ausgesetzt wird, entsteht auf letzterem das positive, der Wirklichkeit entsprechende Bild. Dieses Verfahren wird häufig zur Darstellung von Porträten angewendet, die jedoch noch der nachhelfenden Hand des Künstlers bedürfen.

B. Verbindungen der zusammengesetzten Gruppen.

(Organische Chemie.)

---

§. 115. Wir finden schon in dem §. 13 angedeutet, wodurch die nun zu betrachtenden Verbindungen von den seither beschriebenen sich unterscheiden. Am deutlichsten fällt uns dies in die Augen, wenn wir einige Formeln vergleichen, welche einfachere, und andere, die zusammengesetztere Gruppen chemischer Verbindungen darstellen:

Einfache Gruppen:

		Formel:	
Wasser	=	HO	(H)(O)
Kohlensäure	=	CO_2	(C) / (O)(O)
Schwefelsäure	=	SO_3	(S) / (O)(O)(O)
Schwefelsaures Natron .	=	$SO_3 + NaO$	(S) (Na) / (O)(O)(O)(O)

Zusammengesetzte Gruppen:

		Formel:	
Essigsäure (wasserfreie) .	=	$C_4H_3O_3$	(H)(H)(H) (C)(C)(C)(C) (O)(O)(O)
Weingeist	=	$C_4H_6O_2$	(O) (O) (H)(H)(H)(H)(H)(H) (C)(C) (C)(C)
Zucker (wasserfreier) . .	=	$C_6H_5O_5$	(H)(H)(H)(H)(H) (C)(C)(C)(C)(C)(C) (O)(O)(O)(O)(O)

Wir sehen hieraus, daß ein Wassertheilchen eine Gruppe von zwei einzelnen Theilchen ist, daß ein Theilchen Schwefelsäure aus 4 und ein Theilchen schwefelsaures Natron aus 6 einzelnen Theilchen gruppirt ist. Dagegen müssen wir uns ein Theilchen Essigsäure als eine Gruppe von 10 einzelnen Theilchen vorstellen, ein Zuckertheilchen gar von 16, anderer Stoffe, bei welchen die Anzahl der Theilchen noch viel beträchtlicher ist, nicht zu gedenken.

Wir können hier unmöglich ausführen, auf welche Weise man sich davon überzeugt hat, daß diese Verbindungen in der That aus solchen zusammengesetzten Gruppen einfacher Theilchen bestehen. Es genüge daher nur die Versicherung, daß alle bisherigen Erfahrungen der Wissenschaft uns zu einer solchen Annahme hinführen.

§. 110. Daraus ergiebt sich denn für die Verbindungen der zusammengesetzten Gruppen das folgende Allgemeine:

1. Die einfachen Stoffe, welche zu denselben zusammentreten, sind: Kohle, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel. Hiervon enthalten einige Verbindungen nur 2 Stoffe, nämlich: Kohle und Wasserstoff; die Mehrzahl enthält deren 3, nämlich: Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff; eine große Anzahl enthält 4, nämlich: Kohle, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, eine geringere Zahl enthält 5, indem zu den vorhergehenden noch Schwefel hinzutritt. Manche organische Verbindungen, die jedoch verhältnißmäßig weniger wichtig sind, enthalten außer den genannten einfachen Stoffen auch Chlor, oder Brom, Jod, Phosphor, Arsen, Antimon u. a. m., weshalb anzunehmen ist, daß ein jedes Element als Bestandtheil organischer Verbindungen auftreten kann.

Wie man sieht, fehlt Kohle in keiner der hierher gehörigen Verbindungen

2. Die große Mannichfaltigkeit dieser Verbindungen entsteht dadurch, daß in der Regel mehrere Theilchen von jedem jener einfachen Stoffe sich mit einander vereinigen, wie dieses bei der Essigsäure, dem Weingeist und Zucker bereits näher gezeigt wurde.

3. Gleichwie es nun schwierig ist, irgend eine größere Anzahl von Personen plötzlich von ihren Geschäften oder ihrer Ruhe loszureißen und sie zu einer besonderen Gesellschaft zu vereinigen, so ist es schwierig, ja in den meisten Fällen unmöglich, eine so große Anzahl einzelner Theilchen der einfachen Stoffe zu jenen Gruppen zu vereinigen, indem wir sie geradezu zusammenbringen.

Anders verhält es sich dagegen, wenn mehrere verschiedene Ursachen eine Menge von Personen nach demselben Orte, z. B. nach einem Gesellschaftshause hinführen. Da treffen dann leicht und wie von selbst jene Gruppen, die wir mit Absicht nicht zu bilden vermochten, zusammen. Nun ist aber das Leben der Pflanzen und Thiere die Gesammtwirkung einer Menge verschiedener Kräfte, die wir unter dem Ausdruck organischer Thätigkeit zusammenfassen. Durch diese werden Bedingungen erfüllt und die einfachen Stoffe unter Verhältnissen mit einander in Wechselwirkung gebracht, wie wir dieses künstlich auf keine Weise zu thun im Stande sind. Die Folgen dieser Thätigkeit sind eine große Reihe chemischer Verbindungen, die man, eben nach ihrer Entstehungsweise, organische genannt hat, welchen Namen wir der Kürze halber mitunter gebrauchen werden.

4. Je mehr Personen aber zu einer Gesellschaft zusammentreten, um so weniger fest wird der gegenseitige Verband derselben sein. Denn theils gestattet die Menge nicht, daß Jeder mit seiner ganzen Kraft an jeden Anderen sich anschließe, theils ist der Einfluß äußerer Verhältnisse auf die Einzelnen so mächtig, daß das Zusammenhalten viel geringer ist, als da, wo nur zwei oder drei sich vereinigt haben. Leicht zerfallen jene größere Gesellschaften in eine Anzahl kleinerer, indem aber doch immer die sich zusammengesellen, die vorzugsweise zuerst sich gegenseitig angezogen fühlen.

So ist es denn gerade mit den organischen Verbindungen. Eine Menge von Ursachen, wie Wärme, Licht, chemische Verwandtschaft, ja häufig rein mechanische Einwirkungen trennen jene zusammengesetzte Gruppen in mehrere, die natürlich einfacher sein müssen. So z. B. zerfällt wasserfreier Traubenzucker $= C_6H_6O_6$ leicht in Weingeist $= C_4H_6O_2$ und Kohlensäure $= 2\ CO_2$.

Hierin liegt denn die Möglichkeit, aus einer gegebenen organischen Gruppe eine Menge anderer zu bilden, indem wir jene Ursachen auf dieselben einwirken lassen. Die Fähigkeit, ganze Reihen von Umwandlungen (Metamorphosen) durchzumachen, ist ein wesentliches Merkmal der organischen Verbindungen.

5. Verfolgen wir das oben eingeführte Gleichniß weiter, so sehen wir, daß, obgleich eine größere Gesellschaft mancherlei Wechsel unterworfen ist, doch ein Theil derselben ziemlich standhaft zusammenhält und gleichsam die Grundlage des Ganzen ausmacht, an die sich bald neue Glieder anschließen oder von ihr sich losreißen. In ähnlicher Weise läßt sich fast in jeder größeren organischen

Gruppe eine kleinere Gruppe von ziemlicher Beständigkeit nachweisen, die man das Radikal der Verbindung nennt und von welchem sogleich näher die Rede sein wird.

6. Fassen wir endlich die unter Nr. 1 aufgezählten einfachen Stoffe, aus welchen die organischen Körper gebildet werden, näher in's Auge, so entgeht uns nicht, daß alle mit Sauerstoff gasförmige Verbindungen einzugehen vermögen. Erhitzt man daher einen organischen Körper an der Luft, so verbrennt er vollständig und zwar in der Regel, nachdem er sich vorher wegen seines Gehaltes an Kohle geschwärzt hat. Es ist dies ein wesentliches Erkennungsmittel der organischen Verbindungen.

7. Diejenigen organischen Körper, welche nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, lassen sich leicht unterscheiden von denjenigen, die außer den eben genannten drei Stoffen noch Stickstoff, oder Stickstoff und Schwefel zugleich enthalten. Denn die Anwesenheit dieser beiden letzten Bestandtheile giebt sich sowohl bei der freiwilligen Zersetzung, als auch bei der trockenen Destillation durch die übelriechenden Produkte zu erkennen, welche dabei auftreten und die vorzugsweise aus Ammoniak und Schwefelwasserstoff bestehen. Man erkennt daher einen stickstoffhaltigen Körper, wenn man denselben anzündet, wobei er mit dem Geruche verbrennender Haare oder Federn zerstört wird; oder man erhitzt den zu prüfenden Körper mit feuchtem Aetzkalk, wobei ein deutlicher Ammoniakgeruch sich entwickelt, wenn er Stickstoff enthielt.

I. Zusammengesetzte Radikale und ihre Verbindungen.

---

§. 117. Durch die chemische Einwirkung verschiedener Körper auf Weingeist gelingt es, eine ganze Reihe von Verbindungen zu erhalten, deren Zusammensetzungen eine merkwürdige Beziehung sowohl unter einander, als auch auf die des Weingeistes haben, aus dem sie hervorgegangen sind. Wir müssen uns hier darauf beschränken, nur die Namen und Formeln dieser Verbindungen mitzutheilen, von welchen ohnehin die Mehrzahl nur wissenschaftliches Interesse darbietet und nur wenige eine beschränkte medicinische Anwendung haben.

	Namen:		Zusammensetzung:
1.	Weingeist	=	$C_4 H_6 O_2$
2.	Aether	=	$C_4 H_5 O$
3.	Salzäther	=	$C_4 H_5 Cl$

Namen:		Zusammensetzung:
4. Bromäther	=	$C_4 H_5 B_r$
5. Jodäther	=	$C_4 H_5 J$
6. Schwefel-Aethyl	=	$C_4 H_5 S$
7. Kohlensaurer Aether	=	$C_4 H_5 CO_3$
8. Oraläther	=	$C_4 H_5 C_2 O_3$
9. Salpeteräther	=	$C_4 H_5 NO_3$

Es muß Jedem auffallen, daß die Anzahl der Kohle- und Wasserstoffatome in allen diesen Verbindungen dieselbe ist, nämlich = $C_4 H_5$, mit alleiniger Ausnahme des Weingeistes. Dies führte zu der Annahme, daß in allen genannten Körpern eine Verbindung = $C_4 H_5$ enthalten sei, welche in ihrem chemischen Verhalten die größte Uebereinstimmung mit einem einfachen Körper zeigt. Man hat deshalb dieselbe als das Radikal jener Reihe angesehen und ihr den Namen Aethyl und das Zeichen Ae gegeben. Wir wollen nun die obige Reihe von Verbindungen nochmals betrachten, wie sie unter diesem Gesichtspunkt sich darstellt, und zur Vergleichung eine entsprechende Verbindungsreihe eines einfachen Körpers daneben anführen.

Zusammengesetztes Radikal:	Einfaches Radikal:
$C_4 H_5$ = Ae = Aethyl	Ka = Kalium
Ae + O = Aethyl-Oryd (Aether)	Ka + O = Kaliumoryd (Kali)
Ae + Cl = Chlor-Aethyl	Ka + Cl = Chlorkalium
Ae + J = Jod-Aethyl	Ka + J = Jodkalium
Ae + Br = Brom-Aethyl	Ka + Br = Bromkalium
Ae + S = Schwefel-Aethyl	Ka + S = Schwefelkalium
AeO + HO = Aethyloryd-Hydrat (Weingeist)	KaO + HO = Kaliumoryd-Hydrat (Aetzkali)
AeO + CO_2 = Kohlensaures Aethyloryd	KaO + CO_2 = Kohlensaures Kali
AeO + C_2O_3 = Kleesaures Aethyloryd	KaO + C_2O_3 = Kleesaures Kali
AeO + NO_3 = Salpetrigsaures Aethyloryd.	KaO + N_2O_3 = Salpetrigsaures Kali.

Die Ansicht, daß diese ganze Verbindungsreihe entstehe, indem mit dem zusammengesetzten organischen Radikale Aethyl andere einfache und zusammengesetzte Körper sich verbinden, ist wesentlich bestärkt worden, da auch in der Essigsäure, Benzoesäure, Ameisensäure, im Fuselöl und mehreren anderen organischen Verbindungen solche Radikale sich nachweisen lassen, die ganz entsprechende Verbindungsreihen bilden, wie die oben gegebene.

Obgleich es nun in letzter Zeit das Ziel unablässiger Untersuchungen der Chemiker ist, für alle organischen Verbindungen die Radikale aufzufinden und die große Zahl derselben nach einfachen, wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu ordnen, so giebt es gerade unter den für das Leben wichtigen organischen Stoffen viele, die sich bis jetzt nicht auf Radikale zurückführen ließen. Wir müssen uns

darauf beschränken, diese merkwürdigen Verhältnisse nur anzudeuten und halten es unserem Zwecke am entsprechendsten, die organischen Verbindungen ohne Rücksicht auf eine theoretische Ansicht, nach den allgemeinsten chemischen Eigenschaften zu ordnen, wonach sie sich in Säuren, Basen und indifferente Körper unterscheiden.

1) Säuren.

§. 118. Die organischen Säuren sind meistens in den Säften der Pflanzen oder besonderer Theile derselben, namentlich in den Früchten enthalten. Ohne ätzend zu sein, haben sie einen rein sauren Geschmack und mit Ausnahme der Kleesäure ist keine derselben giftig. Alle diese Säuren haben eine schwächere Verwandtschaft als die Schwefelsäure, und werden daher durch diese aus ihren Verbindungen mit den Basen abgeschieden. Sie sind entweder flüchtig, oder nicht flüchtig und werden in der Regel dargestellt, indem man die Flüssigkeit, worin die Säure enthalten ist, mit Kalk sättigt, das entstandene Kalksalz eintrocknet, nachher mit Schwefelsäure übergießt und die frei gewordene organische Säure abdestillirt oder abfiltrirt.

Eine andere, für die nicht flüchtigen Säuren gewöhnliche Darstellungsart besteht darin, daß man die Säure mit Bleioxyd verbindet und das entstandene Bleisalz in Wasser durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Man erhält alsdann einen unlöslichen Niederschlag von schwarzem Schwefelblei, während die Säure im Wasser gelöst bleibt und durch Filtration rein erhalten wird. Von der großen Anzahl organischer Säuren bemerken wir nur die wichtigsten, nämlich: die Essigsäure, Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Kleesäure, Gerbsäure, Ameisensäure, Milchsäure und die Fettsäuren.

1. Essigsäure.

Acidum Aceticum; Formel = $C_4 H_8 O_3$; Zeichen = $\bar{A}$.

§. 119. Nur wenige Pflanzensäfte enthalten ursprünglich Essigsäure. Dieselbe entsteht jedoch leicht, wenn Weingeist, oder weingeisthaltige, sogenannte gegohrene Pflanzensäfte unter gewissen Umständen dem Einflusse der Luft ausgesetzt werden, oder wenn man Pflanzenstoffe, namentlich Holz, der trockenen Destillation unterwirft, welche beide Erzeugungen wir erst in der Folge näher beschreiben.

Die reinste, concentrirteste Essigsäure bildet bei + 5° C. schöne wasserhelle Krystalle, die jedoch schon bei + 16° zerfließen. Sie hat einen sehr angenehm erquickenden Geruch und Geschmack, weshalb sie, mit viel Wasser verdünnt, unter dem Namen von Essig häufig zu Speisen benutzt wird. Von den essigsauren Salzen sind zu bemerken:

Das essigsaure Bleioxyd ($PbO + \bar{A}$). Es wird erhalten, indem man Bleioxyd in starkem Essig auflöst und das gebildete Salz krystallisiren läßt. Dasselbe hat einen süßlichen Geschmack, und heißt daher Bleizucker. Wegen

seiner Löslichkeit in Wasser wird es zur Darstellung der meisten übrigen Bleioxydsalze benutzt, wie zum Chromgelb und Bleiweiß (s. §. 99), und es dient daher namentlich in der Färberei. Eine Auflösung des Bleizuckers wird in der Medicin unter dem Namen Bleiessig als äußerliches Mittel, zum Heilen wunder Stellen u. s. w angewendet. Wird der Bleiessig mit Wasser verdünnt, so stellt er das ähnlich verwendete Goulardische Wasser dar. Ein Zusatz von Bleizucker befördert in hohem Grade das Trocknen der Oelfarben. Der Bleizucker ist ein starkes Gift.

Das essigsaure Kupferoxyd ($2CuO + \bar{A}$), gewöhnlich Grünspan genannt, bildet sich, wenn Kupferblech mit Essig in Berührung kommt, und stellt eine blaugrüne Farbe dar, die ebenfalls giftig ist.

Essigsaures Kali und essigsaures Ammoniak werden in der Medicin sehr häufig, besonders als Beförderungsmittel der Hautthätigkeit angewendet.

2. Weinsäure.

Acidum Tartaricum; Formel = $C_4H_2O_5$; Zeichen = $\bar{T}$.

§. 120. Diese Säure ist vorzugsweise im Safte der Trauben enthalten und stellt im reinen Zustande farblose tafelförmige Krystalle von stark saurem Geschmack dar. Am wichtigsten ist ihre Verbindung mit Kali = $KaO + 2\bar{T}$, die sich in Gestalt von grauen Rinden als sogenannter roher Weinstein aus den Fässern absetzt, in welchen junger Wein lagert. Der gereinigte Weinstein ist schneeweiß, und das Pulver desselben wird unter dem Namen Weinsteinrahm (Cremor Tartari) als Arzneimittel angewendet. In der Färberei wird die Weinsäure häufig als Beizmittel benutzt. Das Doppelsalz von weinsaurem Kali mit weinsaurem Antimonoxyd ist ein unter dem Namen Brechweinstein sehr gebräuchliches Brechmittel.

3. Citronensäure.

Acidum Citricum; Formel = $C_{12}H_5O_{11}$; Zeichen = $\bar{C}$.

§. 121. Man findet diese Säure in freiem Zustande besonders in den Citronen, aber auch in den Stachelbeeren, Johannisbeeren und anderen Früchten. Dieselbe zeichnet sich durch einen angenehm sauren Geschmack aus und bildet säulenförmige Krystalle, die wie die vorhergehende Säure häufig in der Färberei angewendet werden.

4. Aepfelsäure.

Acidum Malicum; Formel = $C_4H_2O_4$; Zeichen = $\bar{M}$.

§. 122. Diese Säure ist fast in allen sauren Früchten, namentlich in den Aepfeln und am reichlichsten in den Vogelbeeren enthalten, aus welch letzteren sie gewöhnlich bereitet wird. Sie ist krystallisirbar, sehr sauer, jedoch ohne besondere Anwendung.

5. Kleesäure.

Acidum Oxalicum; Formel = C_2O_3; Zeichen = $\bar{O}$.

Der Saft des Sauerklee's und der des Sauerampfers enthält kleesaures Kali = KaO + 2$\bar{O}$, welches in farblosen Krystallen aus demselben erhalten und gewöhnlich Kleesalz genannt wird. Sowohl die Säure für sich, als auch das genannte Salz bilden mit den Eisenoxyden sehr leicht lösliche Salze, weshalb beide häufig zum Austilgen der Tintenflecke benutzt werden. Auch in der Färberei finden dieselben Anwendung. Zu bemerken ist, daß die Kleesäure auf künstlichem Wege dargestellt werden kann, wenn man Zucker oder Stärke mit Salpetersäure erwärmt. Wegen ihrer einfachern Zusammensetzung kann sie auch zu den Verbindungen der einfachen Gruppen gezählt werden. Die Kleesäure und ihre löslichen Sazle sind giftig. §. 123.

6. Gerbsäure.

Acidum Quercitannicum; Formel = $C_9H_8O_5$; Zeichen = $\bar{Q}t$.

Diese Säure ist im Pflanzenreich außerordentlich verbreitet, und man kann annehmen, daß alle Pflanzenstoffe welche einen zusammenziehenden (adstringirenden) Geschmack haben, Gerbsäure enthalten. Am reichlichsten ist sie in der Eichenrinde und namentlich in den Galläpfeln enthalten. Aus den letzteren dargestellt erscheint sie als ein gelbliches Pulver von höchst zusammenziehendem Geschmack. Ihre sauren Eigenschaften sind nur gering. An und für sich wird diese Säure als zusammenziehendes Mittel in der Heilkunde, sowohl innerlich als äußerlich, namentlich bei Blutungen angewendet. §. 124.

Besonders merkwürdig ist die Eigenschaft der Gerbsäure, mit den Eisenoxyden eine tief violettblaue bis schwarze Verbindung zu bilden, die unter dem Namen der Tinte unstreitig eines der wichtigsten Erfordernisse unseres Jahrhunderts ist.

Man bereitet Tinte, indem 6 Loth gestoßener Galläpfel mit 2 Loth schwefelsaurem Eisenoxydul und 2 bis 3 Schoppen Wasser längere Zeit gekocht werden. Man setzt zugleich 2 Loth Blauholz und 3 Loth arabisch Gummi hinzu, letzteres, um die Flüssigkeit etwas zu verdicken. Aehnliche Auflösungen dienen zum Schwarz-, Grau- oder Violettfärben der verschiedenen Zeuge. Will man sich davon überzeugen, ob eine Flüssigkeit, z. B. ein Brunnenwasser, Eisen enthalte, so weicht man einen Gallapfel in etwas Wasser oder Branntwein und gießt von der dadurch erhaltenen Galläpfeltinctur einige Tropfen zu jenem Wasser, welches sich augenblicklich violett färbt, wenn es auch nur eine Spur von Eisen enthielt. Schneidet man Obst mit einem Messer, so lösen die in jenem nie fehlenden Säuren etwas Eisen auf, das nachher mit der, namentlich in den Schalen der Früchte enthaltenen Gerbsäure in blau oder schwarz gefärbter Verbindung erscheint. Gerbsäurehaltiger Wein, mit eisenhaltigem Mineralwasser vermengt, veranlaßt ebenfalls eine violette Färbung des Gemisches.

Die Gerbsäure hat ihren Namen daher, daß sie mit der thierischen Haut eine in Wasser unlösliche Verbindung, Leder genannt, bildet, und daher ein wesentliches Erforderniß zum Gerben ist, das wir später beschreiben.

7. Ameisensäure.

Acidum Formicicum; Formel = C_2HO_3; Zeichen = F.

§. 125 Die Ameisen enthalten eine ziemlich ätzende Säure, die für dieses kleine Volk eine bedeutende Waffe sein mag. Genauer kennt man die Säure erst, seitdem man sie künstlich darzustellen weiß, durch Destillation eines Gemenges von Zucker, Braunstein und Schwefelsäure. Im concentrirtesten Zustande ist die Ameisensäure eine farblose flüchtige Flüssigkeit von stechendem Geruch und ätzender Beschaffenheit, denn sie erzeugt auf der Haut fast augenblicklich eine Blase, ähnlich, wie es bei dem Verbrennen derselben geschieht. Man wendet eine Auflösung der Ameisensäure in Weingeist unter dem Namen Ameisenspiritus als Reizmittel der Haut an.

8. Milchsäure.

Acidum Lacticum; Formel = $C_6H_5O_5$; Zeichen = L.

§. 126. Die Säure ist in manchen Pflanzen- und Thierstoffen theils vorhanden, theils wird sie aus solchen erst später durch Zersetzung derselben gebildet. Frisches Fleisch zeigt immer eine schwache saure Reaction, weil die Flüssigkeit desselben freie Milchsäure enthält. Dieselbe findet sich im Harn und als Produkt einer Zersetzung in der sauren Milch, in dem Safte des Sauerkrautes und anderen eingesäuerten Gegenständen, wie Gurken u. s. w. Sie ist nicht krystallisirbar, von stark saurem Geschmack und ohne besondere Anwendung. Doch ist sie die Ursache, daß saure Molken zum Auswaschen mancher Flecke aus Zeugen dienen können.

9. Die Fettsäuren

§. 127. werden wir in ihren natürlichen Verbindungen als Fette, die sich wie indifferente Körper verhalten, näher betrachten.

B. Basen.

§. 128. Gewisse Pflanzenstoffe haben theils durch ihren auffallend bitteren Geschmack, theils durch die bedeutenden Wirkungen, die sie auf den Körper ausüben, schon frühe die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und den Ruf werthvoller Arzneimittel erlangt. Wir erwähnen als Beispiele der Chinarinde und des Opiums. Untersuchungen der neueren Zeit zeigten jedoch, daß nicht die ganze Masse jener Substanzen die gleiche Wirksamkeit besitzt, sondern daß der größte

Theil derselben aus unwirksamen Stoffen, wie Pflanzenfaser, Harz, Gummi u. s. w. besteht, während der eigentliche wirksame Bestandtheil dem Gewichte nach nur einen höchst geringen Theil derselben ausmacht.

Es gelang zuerst dem deutschen Chemiker Sertürner im Jahre 1804, aus dem Opium den wirksamen Bestandtheil auszuziehen, und bald nachher entdeckte man ähnliche Stoffe auch in anderen Pflanzen, und nachdem sie in reinem Zustande dargestellt waren, erkannte man, daß dieselben sich wie Basen verhalten und mit den Säuren schöne, farblose und deutlich krystallisirbare Salze darstellen.

Alle Pflanzenbasen enthalten Stickstoff und haben im Allgemeinen folgende Eigenschaften: sie sind farblos, geruchlos, aber von höchst bitterem Geschmacke; in Wasser sind sie unlöslich, dagegen löslich in Weingeist und manche auch in Aether. Auf den Körper der Thiere und Pflanzen äußern sie, selbst in sehr kleinen Gaben, eine sehr heftige Wirkung, so daß die meisten derselben als furchtbare Gifte auftreten. Ihre Anwendung findet nur in der Medicin Statt, die aus deren Entdeckung wesentliche Vortheile erreicht hat. Denn während früher der Fieberkranke viele Lothe gepulverter Chinarinde hinunterwürgen mußte, nimmt er jetzt mit Leichtigkeit einige Gran Chinin, um vom Fieber befreit zu werden. Zugleich findet noch der Vortheil Statt, daß die übrigen Bestandtheile jener rohen Pflanzenstoffe, welche die Wirkung der Pflanzenbase häufig stören, entfernt sind. So enthält z. B. die Chinarinde sehr viel zusammenziehende Gerbsäure, und das Opium einen betäubenden Stoff, die deren Anwendung mitunter geradezu unmöglich macht, wo ihre Basen an und für sich mit größtem Erfolg angewendet werden können.

Die Darstellung der Pflanzenbasen geschieht etwa auf folgende Weise: Der dieselben enthaltende Pflanzenstoff wird mit Wasser gekocht, das mit etwas Schwefelsäure versetzt ist. Man erhält ein lösliches schwefelsaures Salz, welches man durch Zusatz von Ammoniak zersetzt. Es entsteht schwefelsaures Ammoniak, während die Base als Niederschlag zu Boden fällt. Sie ist alsdann noch gefärbt und wird durch Wiederauflösen in verdünnter Säure, Kochen mit Thierkohle und neues Niederschlagen durch Ammoniak so lange behandelt, bis sie vollkommen farblos ist. Aus manchen Stoffen werden die Basen durch siedenden Weingeist ausgezogen, mittels Kohle entfärbt und durch Krystallisation gereinigt. So einfach dieses Verfahren erscheint, so bietet es doch namentlich wegen der Entfernung der färbenden Stoffe in der Ausführung manche Schwierigkeit, und erfordert viele Umsicht und Erfahrung.

Die wichtigsten der organischen Basen sind: das Chinin (Formel: $C_{20}H_{12}NO_2$), in den verschiedenen Arten der Chinarinden enthalten, wird, wie erwähnt, als das wirksamste Mittel gegen Fieber angewendet. 100 Theile der besten Rinde liefern ungefähr 3 Theile Chinin. 1 Loth schwefelsaures Chinin kostet 3 bis 4 Gulden.

Das Morphin (Formel: $C_{35}H_{20}NO_6$) ist die wirksame, sehr giftige Base

des Opiums. 100 Theile des letzteren geben etwa 12 Theile Morphin, von welchem 1 Loth 6 bis 8 Gulden kostet.

Das **Strychnin** findet sich in mehreren giftigen Früchten und Rinden südamerikanischer Bäume, so namentlich in den sogenannten **Krähenaugen**, aus welchen es dargestellt wird. Es ist eins der heftigsten Gifte, von welchem einige Grane tödtlich wirken, indem es die Thätigkeit des Rückenmarkes auf's Stärkste erregt.

Das **Conin**, welches aus dem Schierling (Conium) dargestellt wird, unterscheidet sich von den übrigen Pflanzenbasen dadurch, daß es flüssig und flüchtig ist. Seine Wirkung ist höchst giftig, indem es augenblicklich die Thätigkeit des Rückenmarkes lähmt.

3. Indifferente Stoffe.

§. 129. Obgleich diese Stoffe weder saure, noch basische Eigenschaften haben, noch auch den Salzen zu vergleichen sind, und daher indifferente Körper genannt werden, so sind sie nichts desto weniger von höchster Wichtigkeit für die Gewerbe und die Heilkunde. Besondere Bedeutung haben sie außerdem als Nahrungsmittel für das Leben der Thiere und des Menschen.

Wir trennen die indifferenten Stoffe in solche, die keinen Stickstoff enthalten, und in stickstoffhaltige, welchen letzteren in der Regel auch Schwefel beigesellt ist.

a. Stickstofffreie indifferente Stoffe.

§. 130. Wir sind zu der Annahme berechtigt, daß diese Stoffe, aus welchen bei der Mehrzahl der Erdbewohner der größte Theil ihrer Speise besteht, weniger dazu dienen, in den Körper aufgenommen zu werden und Theile desselben zu bilden, sondern vielmehr als Erwärmungsmittel, indem sie den Stoff zum Unterhalten des Athmens abgeben, wie bei der Lehre von der Ernährung näher gezeigt wird.

Indem wir eine große Anzahl der weniger bedeutenden Verbindungen übergehen, betrachten wir näher die folgenden: Stärke, Gummi, Zucker, Weingeist, Aether, Fette, ätherische Oele, Harze, Gummiharze, Farbstoffe, Holzfaser, Pflanzenschleim, Pflanzengallerte.

1. Stärke

Amylum; Formel = $C_{12}H_{10}O_{10}$.

§. 131. Die Stärke ist in sehr vielen Pflanzentheilen enthalten, wie namentlich in den Samen der Getreidearten, in vielen Wurzelknollen (Kartoffeln, Dahlien, Georginen), in dem Marke der Palmen, in vielen Früchten, wie z. B. in den Aepfeln, ja selbst in der Rinde und im Holze der Bäume, wiewohl in geringerer Menge.

Wenn diese Pflanzentheile zerrieben und mit Wasser angerührt werden, so setzt sich aus diesem die Stärke als weißer Bodensatz nieder und wird durch öfteres Waschen gereinigt und nachher getrocknet.

Die Stärke ist unauflöslich in kaltem Wasser und Weingeist. Mit siedendem Wasser quillt sie zu einer gallertigen Masse auf, die unter dem Namen von Kleister bekannt ist. In sehr viel heißem Wasser löst die Stärke sich auf.

Wenig geeignet mit anderen Stoffen chemisch sich zu verbinden, bildet die Stärke mit dem Jod eine merkwürdige Verbindung von tief violetter Farbe. Dieses ist so auffallend, daß man die kleinsten Mengen von Jod durch Stärke entdecken kann und umgekehrt.

Die Stärke dient als Nahrungsmittel, zu Kleister, zum Verdicken der Farben in der Kattundruckerei, zum Steifen der Leinwand, zum Leimen des Maschinenpapiers u. s. w. Man unterscheidet, je nach den Pflanzen, mehrere Sorten von Stärke, als **Kartoffelstärke**, **Weizenstärke**, den Sago aus dem Marke der Palmen, das Arrow-Root aus der Pfeilwurzel, die **Kassawa** oder Tapioka ebenfalls aus einer amerikanischen Wurzel gewonnen, welche Stärkearten jedoch in ihren wesentlichen Eigenschaften vollkommen mit einander übereinstimmen.

Wichtig ist die Stärke durch einige ihrer Zersetzungsprodukte. Etwas erhitzt, oder vielmehr geröstet, verwandelt sie sich theilweise in lösliches Gummi, und wird in diesem Zustande Leukom genannt und in der Kattundruckerei angewendet. Auf dieselbe Weise benutzt man das Stärkegummi oder Dextrin, welches entsteht, wenn Stärke, mit sehr verdünnter Schwefelsäure befeuchtet, einige Zeit erwärmt wird und das fast alle Eigenschaften des arabischen Gummis besitzt. Dauert die Einwirkung der Säure auf die Stärke länger, so wird dieselbe endlich in Stärkezucker umgewandelt, der einen ziemlich süßen Geschmack hat, jedoch nicht krystallisirbar ist.

Merkwürdiger Weise enthält das gekeimte Getreide eine Substanz, welche Diastas genannt wird, und die Fähigkeit besitzt, die Stärke in Gummi und Zucker zu verwandeln, ähnlich wie dies mit Hülfe der Schwefelsäure geschieht. (S. §. 155.)

2. Gummi.

Formel = $C_{12}H_{11}O_{11}$.

§. 132. Obgleich das Gummi in sehr vielen Pflanzen sich findet, so wird es doch nur von wenigen, zur Familie der Mimosen gehörigen Pflanzen des Orients gewonnen, aus welchen es in Tropfen, die an der Luft erhärten, ausfließt und unter dem Namen von arabischem Gummi allgemein bekannt ist. Das reinste Gummi ist farblos, löslich in Wasser, unlöslich in Weingeist. Es wird hauptsächlich zum Kleben, unter Farben, zum Lackiren u. s. w. benutzt, jedoch vielfach durch Stärkegummi ersetzt, das fast alle seine Eigenschaften besitzt. Es muß bemerkt werden, daß wohl auch andere Pflanzensäfte Gummi genannt werden, allein in chemischer Hinsicht versteht man unter diesem Namne nur das eben beschriebene.

3. Zucker.

Formel = $C_{12}H_{11}O_{11}$.

§ 133. Der Zucker ist in dem Pflanzenreiche außerordentlich verbreitet. Die meisten Früchte, viele Wurzeln und Stengel enthalten Zucker, und nur die geringe Menge desselben in manchen dieser Theile oder die Gesellschaft anderer Stoffe verhindern in der Regel seine Gewinnung. Am reichlichsten und reinsten findet er sich im Safte des Zuckerrohrs, sodann in dem der Runkelrübe und des Ahorns.

Auf den Zuckerpflanzungen Ost- und Westindiens wird das Zuckerrohr zerquetscht, ausgepreßt und der ungefähr 10% an Zucker haltende Saft mit etwas Kalkmilch versetzt, erhitzt, durch Ruhe geklärt und hierauf möglichst schnell eingedampft, damit er nicht in Gährung gerathe. Der Zusatz von Kalk bezweckt die Entfernung des im Safte enthaltenen Eiweißes, sowie der Pflanzensäuren. Man erhält auf diese Weise den Rohzucker, der je nach der Sorgfalt seiner Bereitung ein gelbes oder braunes, feuchtes Pulver darstellt, das zugleich einen unangenehmen Geruch und einen Beigeschmack hat. Zur Entfernung dieser Uebel muß der Zucker raffinirt werden, was meistens in Europa in großen Raffinerien geschieht.

Die Farbe des Rohzuckers rührt sowohl von beigemengten färbenden Stoffen, als auch daher, daß der an und für sich weiße Zucker während des Abdampfens eine wesentliche Veränderung erleidet, indem er theilweise in eine braun gefärbte, nicht krystallisirbare Zuckerart, in sogenannten Schleimzucker sich verwandelt. Man löst deshalb den Rohzucker in einer möglichst geringen Menge Wassers auf und kocht ihn längere Zeit mit Thierkohle (Beinschwarz §. 51), wodurch er großentheils entfärbt wird. Man läßt nachher die Flüssigkeit durch Säcke von Filz laufen, wodurch die feinen Kohletheilchen jedoch nicht vollständig abgeschieden werden. Damit dieses geschehe, kocht man die Zuckerlösung mit Eiweiß oder Blut, das Eiweiß enthält. Indem dieses letztere gerinnt, nimmt es alle im Zucker noch schwebenden Unreinigkeiten hinweg, so daß die Flüssigkeit jetzt vollständig geklärt erscheint, worauf sie im Siedekessel bis zum Krystallisationspunkte eingedampft wird. Jetzt bringt man den Zucker in kegelförmige thönerne Formen, die an der Spitze eine Oeffnung haben. Alsbald erhärtet der Zucker in kleinen körnigen Krystallen, während der im Verlaufe des Kochens gebildete Schleimzucker als eine dunkelbraune, schmierige Masse in ein untergestelltes Gefäß abfließt und unter dem Namen von Zuckersyrup, holländischem Syrup oder Melasse zu allerlei Zwecken benutzt wird. Da von diesem färbenden Syrup immer noch ein wenig in dem Zucker hängen bleibt, so wird dieser ausgewaschen, indem man etwas Wasser allmälig durch denselben sickern läßt. Man nimmt nachher den sogenannten Zuckerhut aus der Form und trocknet ihn, worauf er als weißer Zucker oder Melis in den Handel kommt. Kocht man den Zucker weniger stark ein und stellt man ihn längere Zeit in eine warme Kammer, so bildet er große gelbe oder braune Krystalle, und wird in dieser Form Kandis genannt.

Bei der Zuckerfabrikation ist hauptsächlich darauf zu sehen, daß möglichst wenig Syrup gebildet wird, weil dieser nur einen sehr geringen Werth hat. Deshalb sucht man das Abdampfen möglichst zu beschleunigen, und namentlich unter Ausschluß der atmosphärischen Luft und bei niederer Temperatur vorzunehmen, indem man die in dem verschlossenen Siedekessel gebildeten Wasserdämpfe durch eine Luftpumpe entfernt. Eine Raffinerie erfordert deshalb außer einem sehr bedeutenden Betriebskapital einen großen Aufwand für Apparate.

Die Gewinnung des Zuckers aus den Runkelrüben ist im Wesentlichen ganz dieselbe, nur erfordert die Reinigung desselben mehr Sorgfalt und Mühe, da der Rübensaft bei weitem mehr fremde Bestandtheile enthält, als der Saft des Rohrs, und überdies in 100 Theilen weniger Zucker enthält als jener. Dieser Umstand, so wie der hohe Preis des Brennmaterials, der höhere Werth der übrigen Bodenprodukte und die Vervollkommnung der Zuckererzeugung in den heißen Ländern machen den Anbau der Rübe und die Zuckergewinnung in Europa weniger empfehlenswerth. Nichts desto weniger wird in Frankreich nahezu die Hälfte des Zuckerbedarfs aus Rüben erzeugt. Auch im Zollverein wird über die Hälfte des Zuckerbedarfs aus Rüben gewonnen *).

Die Eigenschaften und Anwendungen des Zuckers sind hinreichend bekannt. Hervorheben wollen wir jedoch insbesondere, daß der Zucker ein Körper ist, der an und für sich keine Zersetzung erleidet und selbst im Stande ist, andere Stoffe vor Zersetzung zu schützen, weshalb er häufig zum Einmachen der Früchte zc. benutzt wird.

Traubenzucker,
Formel = $C_{12}H_{14}O_{14}$,

§. 134. nennt man den in den Trauben, Früchten und im Honig enthaltenen, sowie den durch Zersetzung der Stärke (§. 131) gewonnenen Zucker. Er hat einen weit weniger süßen Geschmack, als der Rohrzucker. Würde es gelingen, denselben in Rohrzucker umzuwandeln, dem er hinsichtlich seiner Zusammensetzung so nahe steht, so würde dieses eine Entdeckung von außerordentlichem Werthe sein, indem alsdann Europa seinen ganzen Zuckerbedarf aus der Kartoffelstärke erzeugen könnte.

Der Milchzucker ($C_{12}H_{12}O_{12}$) ist eine besondere, in der Milch enthaltene, krystallisirbare Zuckerart, die sich durch geringere Löslichkeit und weniger süßen Geschmack von dem Rohrzucker unterscheidet.

Alle diese Zuckerarten erleiden unter gewissen Umständen eine eigenthümliche

*) Da es manche Leser interessiren wird, die näheren Angaben zu wissen, so folgen dieselben hier:

Im Zollvereine wurden im Betriebs-Jahre 1. September 1850 — 1851 14 724 308 Ctr. 84 Pfd. Rüben verarbeitet, mithin circa 1 000 000 Centner Rohzucker erzeugt.

Im Jahre 1850 wurden eingeführt indischer Zucker:

1) Raffinade 23 970 Centner = à 4/3	31 960	Centner
2) Rohzucker	49 434	„
3) „ für Raffinerie	1 061 098	„
Summa	1 142 492	Centner.

ausgeführt: 1) Raffinade 154 567 Ctr. = à 4/3	206 083	Centner
2) Rohzucker und Farin	2 488	„
Summa	208 571	„
bleibt Consumtion	933 921	Centner.

Es wird also auch im Zollverein jetzt mehr als die Hälfte des Bedarfs aus Rüben producirt.

Zersetzung, welche Gährung genannt wird, und wobei ein wichtiges Produkt gebildet wird, nämlich der Weingeist.

4. Weingeist.

Formel = $C_4H_6O_2$.

§. 135. Der Weingeist kommt niemals in der Natur fertig gebildet vor, sondern er ist unter allen Umständen ein Zersetzungsprodukt des Zuckers durch die Gährung, die wir später genauer beschreiben werden. Nachdem der Weingeist in den gegohrenen Flüssigkeiten gebildet worden ist, werden diese in geeigneten Apparaten (Ph. §. 129) der Destillation unterworfen. Der Weingeist ist flüchtiger als das in jenen Flüssigkeiten enthaltene Wasser: er destillirt daher zuerst über. Durch wiederholte Destillation mit gebranntem Kalk kann er von Wasser vollkommen befreit werden und wird alsdann wasserfreier oder absoluter Weingeist oder Alkohol genannt.

Der Weingeist ist farblos, von angenehm belebendem Geruch und brennendem Geschmack. Seine Dichte ist 0,79, sein Siedepunkt ist bei 78° C. Viele Stoffe, die im Wasser löslich sind, wie namentlich Salze, werden von dem Weingeist nicht aufgelöst, dagegen löst er die meisten Harze und ätherischen Oele auf. Der Weingeist brennt mit schwach leuchtender Flamme, ohne Rauch, und wird daher häufig als Brennmaterial benutzt. Gegen das Wasser äußert er eine starke Anziehung, indem er selbst aus der Luft Wasser aufnimmt. Legt man feuchte Pflanzen- oder Thierstoffe in Weingeist, so entzieht er denselben alles Wasser, wodurch sie gleichsam ausgetrocknet und vor Verderbniß geschützt werden. Das Brennen des Weingeistes im Munde und Magen beruht darauf, daß er der Oberfläche dieser Theile Wasser entzieht. Auf die Nerven übt er eine eigenthümliche Wirkung aus, die wir gewöhnt sind mit dem Namen der Berauschung zu bezeichnen.

Fig. 30.

a

Mit Wasser ist der Weingeist in allen Verhältnissen mischbar. Ein Gemenge beider, das 80 bis 85 Procent Weingeist enthält, wird gewöhnlich Spiritus genannt, während der sogenannte Branntewein nur 40 bis 50 Procent Weingeist enthält. Es ist im Verkehr von Wichtigkeit, auf leichte Weise die Stärke, d. h. den Weingeistgehalt eines solchen Gemenges genau bestimmen zu können. Man bedient sich hierzu besonderer Aräometer (Physik §. 88) oder Branntweinwagen. Da der Weingeist eine geringere Dichte besitzt, als reines Wasser, so muß ein und derselbe Körper natürlich tiefer in absolutem Weingeist eintauchen, als wenn er in Wasser gebracht wird. Man bezeichnet an nebenstehender Glasröhre (Fig. 30) den unteren Punkt, bis zu welchem sie in Wasser taucht, mit 0°, und den oberen, bis zu welchem sie in absolutem Alkohol taucht, mit 100°. Hierauf macht man Gemische von 1, 2, 3, 4 . . . und fort, bis 99 Maaß Weingeist mit 99, 98, 97, 96 . . . und fort bis 1 Maaß Wasser.

Man erhält auf die Weise 100 verschiedene Flüssigkeiten, die

0 bis 100% Weingeist enthalten. Das Aräometer wird in eine dieser Flüssigkeiten um so tiefer einsinken, je mehr Weingeist dieselbe enthält. Indem man es nun nach einander in diese verschiedenen Gemische bringt und jedesmal den Punkt, bis zu dem es einsinkt, an der Glasröhre bezeichnet, erhält man eine Scala, die genau angiebt, wie viel Procente Weingeist irgend ein Gemisch von Wasser und Weingeist enthält, dessen Gehalt ich untersuchen will.

Die auf diese Weise eingerichteten Instrumente heißen Volumprocent-Aräometer, und sind von Gay-Lussac und Tralles erdacht, und jetzt meist auch für die gesetzlichen Bestimmungen eingeführt worden.

Leider wurde diese zweckmäßige Eintheilung nicht immer befolgt, sondern Cartier, Baumé, Beck u. m. A. theilten die Scala in eine willkürliche Anzahl gleich großer Grade. Eine ausführliche Beschreibung dieser Instrumente und ihrer Anfertigung würde zu weit führen, statt welcher hier eine vergleichende Tafel verschiedener Aräometer am rechten Platze sein mag.

Specifisches Gewicht.	Volumproc. nach Tralles.	Gewichtsproc. bei = 12°,5 R.	Grade nach Cartier.	Grade nach Beck.	Grade nach Baumé.
1,000	0	0	10	0	10
0,991	5	4,0			
0,985	10	8,0	12		
0,980	15	12,1		3	13
0,975	20	16,2			
0,970	25	20,4	14	5	
0,964	30	24,6	15	6	15
0,958	35	28,9			16
0,951	40	33,4		9	17
0,942	45	37,9	18		
0,933	50	42,5		12	20
0,923	55	47,2	21	14	
0,912	60	52,2		16	24
0,901	65	57,2	24	19	
0,889	70	62,5	27		28
0,876	75	67,9		24	
0,863	80	73,5	30	27	32
0,848	85	79,5	35	30	35
0,833	90	85,7		34	38
0,815	95	92,4	40	38	42
0,793	100	100,0	44	44	48

Wenn schwacher Weingeist oder irgend eine Flüssigkeit, die etwas Weingeist enthält, bei einer Temperatur von etwa 45° C. längere Zeit dem Einflusse der Luft ausgesetzt wird, so geht derselbe unter Aufnahme von Sauerstoff in Essigsäure über.

Außerdem bildet der Weingeist noch eine große Zahl höchst merkwürdiger Zersetzungsprodukte, von welchen jedoch die meisten für die Gewerbe von keiner Bedeutung sind. Anzuführen ist jedoch das Chloroform, eine wasserhelle Flüssigkeit, deren Dichte = 1,48 ist, so daß sie in Wasser untersinkt und die erhalten wird, wenn man verdünnten Weingeist mit Chlorkalk (§. 82) vermengt der Destillation unterwirft. Das Chloroform hat einen angenehmen, äpfelartigen Geruch und siedet schon bei 60° C. Schüttet man 20 bis 30 Tropfen desselben auf ein Tuch, das man vor Mund und Nase hält und so den Dampf einathmet, so tritt bei den meisten Personen eine vollständige Bewußt- und Gefühllosigkeit ein, weshalb diese Flüssigkeit zur Hervorrufung dieses Zustandes bei chirurgischen Operationen benutzt wird. Die Zusammensetzung des Chloroforms wird durch die Formel $C_2H_2Cl_6$ ausgedrückt.

Vermischt man 11 Theile Weingeist von 85 Procent mit einer Auflösung von 1 Theil Quecksilber in 12 Theilen Salpetersäure und erwärmt man diese Mischung gelinde, so tritt eine lebhafte Zersetzung ein und nach einiger Zeit setzen sich weiße Krystalle ab. Diese neuentstandene Verbindung nennt man Knallquecksilber, weil sie durch Schlag oder Reibung unter heftigem Knall sich zersetzt und daher zu den Zündhütchen der Percussionsgewehre benutzt wird. Das Knallquecksilber ist eine Verbindung der sogenannten Knallsäure = $C_4N_4O_2$ mit Quecksilber-Oxydul.

5. Aether.

Formel = C_4H_5O.

§. 136. Der Aether, der auch Schwefeläther oder Naphta genannt wird, ist ein Produkt aus der Zersetzung des Weingeistes. Wenn nämlich Weingeist = $C_4H_6O_2$, mit Schwefelsäure vermengt, der Destillation unterworfen wird, so verliert er die Bestandtheile HO und man erhält C_4H_5O oder Aether. Derselbe ist eine wasserhelle, höchst flüchtige Flüssigkeit, die schon bei 35° C. siedet und einen sehr durchdringenden Geruch hat, den Jedermann durch die Hoffmann'schen Tropfen kennt, die ein Gemenge von 1 Theil Aether mit 2 Theilen Weingeist sind. Die Dichte des Aethers ist 0,713. Der Aether mischt sich nicht mit dem Wasser, löst fast gar keine Salze, dagegen fast alle Harze, ätherischen Oele und Fette auf. Er wird fast nur in der Medicin und zu manchen chemischen Operationen benutzt. Das Einathmen des Aetherdampfes kann einen Zustand der Bewußt- und Gefühllosigkeit hervorrufen.

6. Fette.

§. 137. Die Fette kommen in den organischen Körpern gebildet vor und sind bis jetzt auf künstlichem Wege nicht dargestellt worden. Sie sind entweder fest oder flüssig, und zeigen in ihrem chemischen Verhalten eine große Uebereinstimmung, gleichgültig, ob sie von Pflanzen oder von Thieren herrühren. Ein jedes Fett besteht aus einem sauren Bestandtheil, der Fettsäure, die mit einem indifferenten Körper, Oelsüß oder Glycerin genannt, verbunden ist.

Die Fettsäure ist entweder flüssig und heißt alsdann Oelsäure (Oleinsäure), oder sie ist fest, krystallinisch und wird Talgsäure (Stearinsäure) genannt. Die meisten Fette sind Gemenge der Verbindungen dieser beiden mit Oelsüß, und ob ein Fett fest oder flüssig ist, hängt davon ab, daß Talgsäure oder Oelsäure der überwiegende Bestandtheil desselben ist.

Für den Haushalt des Menschen sind die Fette ungemein wichtig. In seinen Speisen machen sie vorzugsweise den erwärmenden Bestandtheil aus, weshalb die Bewohner des höchsten Nordens eine außerordentliche Menge derselben genießen. Nach ihrer Verwendung bilden die Fette folgende Gruppen:

Als Nahrungsmittel dienen: Olivenöl (Baumöl), Mohnöl, Wallnußöl, Madöl, Butter, Schweineschmalz, Talg u. a. m.

Als Brennmittel: Rüböl, Hanföl, Thran (Fett der im Meere lebenden Säugethiere), Talg u. a. m.

Zu Seife: Baumöl, Rüböl, Hanföl, Palmfett, Cocostalg, Thran, Talg.
Zu Pflastern: Baumöl, Schweineschmalz.
Zu Firniß und Oelfarben: Leinöl, Wallnußöl.

Die Fette zeichnen sich durch ihre Unlöslichkeit in Wasser, Weingeist und Säuren aus; sie sind dagegen löslich in Terpentinöl, Aether und ätzenden Alkalien und durchaus nicht flüchtig. Unter dem Einfluß der Wärme und mancher chemischer Einwirkungen bilden sich jedoch in verschiedenen Fetten die eigenthümlichen flüchtigen Fettsäuren, welche einen starken, meist höchst widrigen, nämlich ranzigen Geruch haben. Der eigenthümliche Geruch der verschiedenen Fette rührt stets von der Anwesenheit einer besonderen flüchtigen Fettsäure her, von welcher die Buttersäure die verbreitetste ist.

Die meisten Fette sind, der Luft ausgesetzt, in hohem Grade unveränderlich und bleiben jahrelang schmierig. Einige derselben verdicken sich jedoch unter Aufnahme von Sauerstoff zu harzigem Firniß und werden daher trocknende Oele genannt. Von diesen ist das Leinöl das wichtigste. Die aus Samen gepreßten Oele enthalten stets eine gewisse Menge von Wasser und Pflanzenschleim, was ihrer Anwendbarkeit namentlich zum Brennen sehr nachtheilig ist. Durch längeres Lagern oder durch Schütteln mit etwas Schwefelsäure und nachheriges Klären durch Ruhe erhält man ein von jenen Stoffen befreites, geläutertes Oel

Seifen.

§. 138. Die Seifen sind Verbindungen der Fettsäuren mit Kali oder Natron. Man unterscheidet hauptsächlich zwei Sorten von Seifen, nämlich weiche oder flüssige, auch Schmierseifen genannt, welche aus Oelsäure und Kali bestehen, und feste Seifen, die Talgsäure in Verbindung mit Natron enthalten. Ihre Bereitung ist im Wesentlichen dieselbe. Da die Verwandtschaft der Fettsäuren nicht kräftig genug ist, um die Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien auszutreiben, so verschafft sich der Seifensieder zuerst eine ätzende Lauge (§. 66) indem er ein Gemenge von gebranntem Kalk und kohlensaurem Natron (§. 73), mit Wasser übergießt. Durch längeres Sieden der Lauge mit dem Talg geht die Verseifung vor sich, wodurch eine gallertartige Masse, der sogenannte Seifenleim, entsteht, der eine Menge von Wasser enthält, von welchem die Seife geschieden werden muß. Zu diesem Ende setzt man Kochsalz hinzu, das mit dem Wasser eine concentrirte, schwere Auflösung bildet, die sich als sogenannte Unterlauge unten absetzt, auf welcher die Seife schwimmt, die nach dem Erkalten fest wird. Je vollkommener die Verseifung und die Ausscheidung der Seife von Statten ging, um so fester und härter ist dieselbe und wird alsdann Kernseife genannt. Man kann jedoch der Seife 10 bis 50 Procent Wasser oder schwache Lauge zusetzen und beim Erkalten einrühren, wodurch man die sogenannten geschliffenen und gefüllten Seifen erhält, die natürlich um so weniger Werth haben, je mehr Wasser sie enthalten. Dieser Umstand erschwert die Beurtheilung des Werthes der Seifen außerordentlich und führt zu großen Mißbräuchen im Handel. Durch Einrühren von Farben macht man marmorirte und gefärbte Seifen, was jedoch kein besonderer Vorzug derselben ist.

Die Bleipflaster sind Verbindungen der Oelsäure mit Bleioxyd, die erhalten werden, wenn man Oel mit Bleiglätte oder Mennige erwärmt. Bei niederer Temperatur entsteht das weiße Bleipflaster, in stärkerer Hitze dagegen das braune, das unter dem Namen Mutterpflaster bekannt ist.

Die Verbindung der Stearinsäure mit Kalk ist fest und im Wasser unlöslich. Wird daher Natronseife in kalkhaltiges Wasser (§. 80) gebracht, so entsteht unlösliche Kalkseife, die in weißen Flocken gerinnt. Solches Wasser ist folglich zum Waschen nicht tauglich, man kann es jedoch brauchbar machen, wenn man demselben etwas Kalkmilch beimischt, es klar abzieht und so lange Sodalösung zusetzt, als Trübung entsteht.

Die Stearinkerzen

§. 139. werden aus der reinen Talgsäure verfertigt. Zu diesem Zwecke bereitet man zuerst eine Kalkseife, indem Talg mit Kalkmilch verseift wird. Hierauf zersetzt man den talgsauren Kalk durch Schwefelsäure, die mit dem Kalk zu Gyps sich verbindet und die Talgsäure abscheidet, welche nachher durch Pressen von an-

hängender Oelsäure befreit wird und eine blendend weiße, krystallinische Masse darstellt, die keine Fettflecken verursacht und mit Zusatz von etwas Wachs zu Kerzen geformt wird. Die Talgsäure röthet blaue Pflanzenfarben, weshalb die Flecken von Stearinkerzen häufig die Farben der Zeuge angreifen. Die Zusammensetzung der Talgsäure ist = $C_{68}H_{68}O_5$.

7. Das Wachs

§. 140. reiht sich in seinen Eigenschaften den Fetten an. Man trifft dasselbe als ein Produkt des Pflanzenreichs im Blüthenstaube und manchen anderen Pflanzentheilen, jedoch häufig durch beigesellte Harze oder Farbstoffe grün, braun oder roth gefärbt. Außerdem besitzen die Bienen das Vermögen, als Verdauungsprodukt aus dem Honig Wachs zu erzeugen, welches diese kleinen Thiere, sammt dem aus den Blumen eingetragenen zum Bau ihrer Zellen verwenden. Durch Einschmelzen der letzteren erhält man das rohe Wachs, von gelber Farbe und eigenthümlichem Geruch, beides theilweise vom Honig herrührend. Es wird, in dünnen Streifen befeuchtet, dem Einfluß des Sonnenlichts ausgesetzt und dadurch vollständig gebleicht. Also gereinigt ist es farblos, geruchlos und geschmacklos, unlöslich in Wasser, schwer löslich in siedendem Weingeist, dagegen ziemlich löslich in heißem Aether.

Die Dichte des Wachses ist 0,96 und sein Schmelzpunkt bei 68° C. Aehnlich wie die Fette, besteht das Wachs zum größeren Theil aus einem durch Kalilauge verseifbaren Stoff, Cerin genannt, und einem anderen, Myricin genannten Körper. Das Wachs findet in der Medicin, zu Kerzen u. s. w. vielfache Anwendung. Das Baumwachs, zum Theil chinesisches oder japanisches Wachs genannt, wird durch Auskochen der Rinde und Früchte mehrerer Bäume gewonnen und stimmt in den wesentlichen Eigenschaften mit dem Bienenwachs überein.

8. Flüchtige Oele.

§. 141. Die flüchtigen oder ätherischen Oele kommen im Pflanzenreiche gebildet vor, und sind in der Regel die Ursache des eigenthümlichen Geruches der verschiedenen Theile derselben, insbesondere der Blüthen, Blätter und Früchte, wo sie gewöhnlich als kleine Tröpfchen in sogenannten Drüsen eingeschlossen sind. Alle diese Oele sind flüssig und im reinsten Zustande sind die meisten farblos. Sie haben einen durchdringenden, mit wenig Ausnahmen angenehmen Geruch und einen brennenden Geschmack. Auf Papier machen sie zwar zunächst einen Fettfleck, der jedoch nach einiger Zeit wieder verschwindet, denn diese Oele sind flüchtig. In Wasser sind sie sehr wenig löslich, dagegen leicht löslich in Weingeist, Aether und Fetten. Hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung bilden sie zwei Hauptgruppen, wovon die der ersten nur aus Kohlenstoff und Wasser-

stoff bestehen, während die der zweiten Gruppe außer diesen Bestandtheilen noch Sauerstoff und einige wenige noch Schwefel oder Stickstoff enthalten.

Aus der Luft nehmen die flüchtigen Oele Sauerstoff auf, verdicken und verwandeln sich endlich in harzige Körper. Aus vielen scheidet sich, namentlich bei einiger Kälte, ein fester krystallinischer Theil aus, den man das Stearopten des Oels nennt. Die Anwendung dieser Oele ist mannichfaltig. Die Stoffe, in welchen sie enthalten sind, werden häufig als Gewürze, zu geistigen Getränken, Likören, zu wohlriechenden Wassern und als wirksame Arzneimittel angewendet, zu welchen Zwecken die Oele selbst in gleicher Weise dienen können.

Die Darstellung der flüchtigen Oele geschieht meistens durch Destillation großer Mengen eines riechenden Pflanzenstoffs mit wenig Wasser. Auf dem überdestillirten Wasser schwimmt alsdann das leichtere Oel.

§ 142. Als besonders bemerkenswerth erwähnen wir:

Das Terpentinöl (C_5H_4), welches in allen Theilen unserer Nadelhölzer enthalten ist. Dieses Oel ist namentlich wichtig durch seine Fähigkeit, viele Harze aufzulösen und mit denselben schnell trocknende Firnisse zu bilden. Ebenso ist das Terpentinöl das gewöhnliche Lösungs- und Verdünnungsmittel des Leinölfirnisses bei Oelfarben, namentlich in der Malerei. Wie alle flüchtige Oele ist es sehr leicht entzündlich und verbrennt mit stark rußender Flamme.

Zu Parfümerien dienen hauptsächlich: das Citronenöl, aus der Schale der Citrone; das Bergamottöl, aus der Schale der Bergamott-Citrone; das Orangeblüthöl; das Nelkenöl, aus den Gewürznelken; das Zimmtöl; das Lavendelöl; das Bittermandelöl und das Rosenöl, welch letzteres namentlich im Orient bereitet wird und sehr kostbar ist.

Als gewürzhaften Zusatz zu Branntwein und Likören benutzt man das Wachholderöl, das Anisöl, Fenchelöl, Kümmelöl, Zimmtöl, Nelkenöl und Pfeffermünzöl.

Von den zu Arzneimitteln dienenden Oelen ist das Kamillenöl durch seine schön dunkelblaue Farbe ausgezeichnet.

Aus dem flüchtigen Oele eines in Indien wachsenden Lorbeerbaumes scheidet sich ein fester Theil ab, der unter dem Namen von Kampher äußerlich und innerlich als reizendes und belebendes Mittel angewendet wird

Der Kornbranntwein und der Kartoffelbranntwein erhalten ihren Fuselgeruch durch zwei eigenthümliche flüchtige Oele, die man Fuselöle genannt hat.

Die bitteren Mandeln haben ein eigenthümliches, blausäurehaltiges und daher giftiges Oel, und im Senf und in den Zwiebeln findet sich ein heftig reizendes, schwefelhaltiges Oel. Ihr chemischer Charakter weist diesen Oelen jedoch eigentlich eine andere Stelle an.

9. Harze.

§. 143. Die Harze sind Erzeugnisse des Pflanzenreiches, und fließen aus den verletzten Stellen mancher Pflanzen aus, gewöhnlich mit einem flüchtigen Oel ver-

mengt, das chemisch in naher Beziehung zu dem Harze steht. Sie haben meistens eine gelbliche Farbe und keine krystallinische Bildung. Das beigemengte Oel giebt denselben in der Regel einen Geruch und Geschmack, und auf Kohlen verbrannt entwickeln viele sehr angenehm riechende Verbrennungsprodukte, und werden daher zum Räuchern gebraucht. In Wasser sind die Harze unlöslich; dagegen entweder löslich sowohl in Alkohol als auch in Aether und flüchtigen Oelen oder nur in einer dieser Flüssigkeiten. Werden die letzteren Lösungen in dünner Schicht der Luft ausgesetzt, so verflüchtigt sich das Lösungsmittel und es bleibt ein glänzender Ueberzug von Harz als sogenannter Firniß oder Politur zurück. Wir haben bereits erfahren, daß die Elektricität von den Harzen nicht geleitet wird.

In chemischer Hinsicht verhalten sich die Harze als schwache Säuren und bilden mit den starken Basen ähnliche Verbindungen wie die Fettsäuren, nämlich die Harzseifen, die zum Theil in den Gewerben angewendet werden. Durch stärkere Säuren kann man diese Harzsäuren aus diesen Verbindungen abscheiden, wo sie alsdann farblos, geruchlos und krystallinisch erhalten werden.

Wir bemerken nur die wichtigsten Harze: §. 144.

Der Terpentin, welcher aus den verschiedenen Tannen, namentlich aus der Lärche ausfließt, ist ein Gemenge von flüchtigem Oel und Harz. Man destillirt ihn mit Wasser und erhält das Terpentinöl, während ein braunes Harz zurückbleibt, das unter dem Namen Kolophon bekannt ist. Trocknet der Terpentin an der Luft ein, so liefert er das gelbe Fichtenharz. Wird dem geschmolzenen Kolophon etwas Wasser eingerührt, so verbindet er sich damit und stellt nun das braune undurchsichtige Pech dar. Die mannichfache Anwendung dieser Harze ist bekannt.

Der Kopal kommt aus Indien und bildet hellgelbe Stücke, die geschmolzen, mit heißem Leinöl aufgelöst, den Kopalfirniß bilden, der unter allen Firnißarten der dauerhafteste ist, da er von Weingeist nicht angegriffen wird.

Der Mastix und der Sandarak sind Harze, die aus weißen oder hellgelben Körnern bestehen, die, im Weingeist gelöst, helle Firnisse bilden. Dieselben dienen mit Benzoë und Storax besonders zu Räucherungen.

Der Schellack fließt aus verschiedenen Bäumen Ostindiens, nachdem in deren Rinde eine kleine Schildlaus Stiche gemacht hat. Er wird besonders zu Sigellack und in Weingeist gelöst, als die gewöhnliche Politur der Tischler verwendet. Durch Chlor kann er vollkommen gebleicht und nachher zu farblosem Firniß benutzt werden.

Das Jalappenharz, das aus der Jalappenwurzel gewonnen wird, ist in der Medicin als ein Abführmittel sehr gebräuchlich.

Das Kautschuk, auch Federharz oder Gummi-elasticum genannt, ist in dem Milchsaft enthalten, der in vielen Pflanzen, z. B. im Salat vorkommt. Es wird jedoch nur aus dem Saft einiger Bäume in Südamerika gewonnen und wegen seiner großen Dehnbarkeit namentlich zur Darstellung der wasserdichten Zeuge angewendet, die zuerst von Macintosh in England verfertigt wur-

den. Das Kautschuk wird hierzu durch das bei der Gasbeleuchtung als Nebenprodukt gewonnene flüchtige Theeröl (§. 170) aufgelöst. Da das Harz nach einiger Zeit die Zeuge durchdringt, so sind die Kautschukzeuge jetzt fast ganz aus dem Gebrauche gekommen.

Das Gutta-Pertscha wurde nach Europa erst 1843 von Ostindien gebracht, wo es auf Borneo, Singapur und anderen Inseln von einem großen Baume gewonnen wird, theils indem man den Milchsaft desselben sammelt, theils durch Abnahme der Lagen des eingetrockneten Saftes vom Baume. Es erscheint in Schnitzeln, die Lederabfällen sehr ähnlich sehen, und in Blöcken von weißgrauer Farbe, die eine große Aehnlichkeit mit faulem Holze haben. Das Gutta-Pertscha ist unlöslich in Wasser, Weingeist, Laugen und schwachen Säuren, theilweise löslich in Aether, leicht löslich in Terpentinöl. Seine wichtigste Eigenschaft ist die, daß es in siedendem Wasser weich und knetbar wird wie Wachs, so daß man daraus allerlei Gegenstände bilden und damit abdrücken kann, indem es die ihm gegebene Form nach dem Erkalten vollkommen beibehält. Das Gutta-Pertscha ist außerordentlich zäh, aber gar nicht elastisch. Durch einen Zusatz von Kautschuk kann ihm jedoch die letztere Eigenschaft ertheilt werden.

Der Bernstein ist ein im Mineralreiche vorkommendes Harz, dessen Ursprung mit den untergegangenen Wäldern, die jetzt als Braunkohle erscheinen, im Zusammenhange steht. Dieses schön gelbe und harte Harz wird zu allerlei Kunstwerken verarbeitet und in der Hitze geschmolzen, und mit heißem Terpentinöl aufgelöst, stellt es den namentlich gegen Seife und Weingeist sehr dauerhaften und häufig benutzten Bernsteinfirniß dar.

10. Gummiharze

§. 145. nennt man Gemenge von Harzen, Gummi, flüchtigen Oelen und mitunter noch anderen Stoffen, die aus verschiedenen Pflanzen der heißen Länder ausfließen, und die namentlich wegen ihrer medicinischen Eigenschaften wichtig sind, wie z. B. das auch als schöne gelbe Farbe dienende Gummigutt; das Ammoniacum; die Asa-fötida, wegen ihres abscheulichen Geruches Teufelsdreck genannt; die Myrrhe; die Aloë, welche einen höchst bitteres, abführendes Mittel ist; das Opium und andere mehr.

11. Farbstoffe.

§. 146. Der große Farbenreichthum der Pflanzenwelt liefert verhältnißmäßig nur wenig Farbstoffe, denn die meisten Farben, namentlich die der Blüthen, werden von Licht und Luft außerordentlich schnell zerstört. Die mehr haltbaren Farbstoffe zeigen ein so verschiedenes Verhalten, daß es unmöglich ist, sie im Allgemeinen zu schildern, während die Beschreibung im Einzelnen zu weit führen würde. Diese Farbstoffe sind theils in Wasser, Weingeist oder Aether löslich, zum Theil verbinden sie sich ähnlich wie die Säuren mit Basen, namentlich mit

Thonerde (§. 86); durch Chlor werden sie ohne Ausnahme zerstört. Mit Wolle, Seide oder Baumwolle verbinden sich einige geradezu, andere erst dann, wenn jene Stoffe vorher eine sogenannte Beize, d. i. einen Ueberzug von Alaun oder einem anderen Körper erhalten haben, der die Farbe auf denselben befestigt. Da die meisten Farbstoffe nicht krystallisiren, so ist ihre chemische Zusammensetzung weniger bestimmt, als die der übrigen indifferenten organischen Stoffe. Als die in der Färberei wichtigsten Farbstoffe bemerken wir:

Gelbe Farbstoffe: der Wau; das Gelbholz; die Quercitronrinde; die Gelbbeeren oder persischen Beeren; die Curcuma oder Gelbwurzel; der Orlean.

Rothe Farbstoffe: die Färberröthe, Röthe oder der Krapp, eine Wurzel, die unstreitig eins der bedeutendsten Färbemittel ist und namentlich sehr dauerhafte rothe, violette und braune Farben liefert; das Blauholz oder Campeschenholz; das Rothholz, auch Fernambuk- oder Brasilienholz genannt; der Safflor; die Cochenille, ein zu den Schildläusen gehöriges Kerbthier, das in Südamerika auf verschiedenen Arten von Cactus lebt, und aus welchem der schön purpurfarbene Carmin bereitet wird; die Orseille und der Persio, die beide aus Flechten bereitet werden; das Drachenblut.

Grüne Farbstoffe findet man wenige. Benutzt wird jedoch der Saft der Kreuzdornbeeren unter dem Namen Saftgrün. Die grünen Blätter der Pflanzen verdanken ihre Farbe dem sogenannten Blattgrün oder Chlorophyll, welches harziger Natur ist, zum Färben jedoch sich nicht eignet.

Blaue Farbstoffe: zu diesen gehört das aus gewissen Flechten gewonnene Lackmus, welches besonders von den Chemikern zu Probepapier benutzt wird, um die saure oder alkalische Natur eines Körpers zu ermitteln (§. 17).

Vor allen bedeutend ist der Indigo, der von mehreren Pflanzen in Indien gewonnen wird, und der stickstoffhaltig ist. Sein Hauptvorzug besteht in der großen Dauerhaftigkeit seiner Farbe, da er selbst von den stärksten Säuren nicht roth gefärbt wird.

12. Pflanzenschleim.

§. 147. Der Pflanzenschleim ist in vielen Pflanzenstoffen enthalten, welchen er die Eigenschaft ertheilt, mit Wasser eine zähe schleimige Flüssigkeit zu bilden, die zu manchen Zwecken, am häufigsten als besänftigendes Mittel bei Husten und Brustleiden dienen. Stoffe, die fast ganz aus trockenem Pflanzenschleim bestehen, oder die sehr viel enthalten, sind: das Tragantgummi, das Kirschgummi, die Salepwurzel, die Caraghenflechte, der Leinsamen, die Quittenkerne, die Eibischwurzel u. a. m.

13. Pflanzengallerte.

§. 148. Dieselbe wird auch Pektin genannt und ist in dem Safte der meisten Früchte und Wurzeln enthalten. Wird ein solcher Saft, z. B. Himbeersaft,

mit Zucker gekocht oder mit Weingeist versetzt, so scheidet sich die Gallerte als durchsichtige Masse ab

14. Pflanzenfaser.

§. 149. Die Hauptmasse der Pflanzen besteht aus der Pflanzenfaser, die theils kleine Zellen, theils sogenannte Gefäße bildet. Von diesen sind allerlei andere Stoffe eingeschlossen, die wir bereits kennen gelernt haben, nämlich Stärke, Blattgrün, Zucker, Farbstoffe u. s. w., welche jedoch durch Waschen mit Wasser, Weingeist, Säuren und anderen Lösungsmitteln vollständig entfernt werden können. Die Zusammensetzung der so gereinigten Holzfaser kann durch die Formel $C_{12}H_{10}O_{10}$ ausgedrückt werden, oder 100 Theile derselben enthalten: 44,4 Kohlenstoff, 6,2 Wasserstoff und 49,4 Sauerstoff

Gebleichte Baumwolle, Flachs, Hanf und das aus der Leinwand bereitete Papier stellen ziemlich reine Holzfaser dar. Dieselbe ist weder in Wasser, noch in irgend einer anderen Flüssigkeit ohne Zersetzung löslich. Dagegen wird sie von den Flüssigkeiten durchdrungen, sie vermag dieselben aufzusaugen, eine wichtige Eigenschaft, auf der die Ernährung der Pflanzen beruht. Wenn man die genannten Stoffe, oder auch Sägespäne oder Stroh mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, so werden sie zuerst in Gummi und bei längerem Kochen in Traubenzucker umgewandelt. Erhitzt man dieselben Stoffe mit concentrirter Kalilösung, so gruppiren sich ihre Theilchen zu Kleesäure, Essigsäure und Kohlensäure, die mit dem Kali sich verbinden.

Bei der Behandlung der Baumwolle mit rauchender Salpetersäure erleidet dieselbe eine merkwürdige Veränderung, indem sie nachher die Eigenschaft besitzt, sowohl beim raschen Erwärmen auf 50° bis 75° R., als auch durch einen Schlag mit Heftigkeit sich zu zersetzen, so daß sie als Treibkraft zum Schießen und Sprengen benutzt werden kann und daher Schießwolle genannt wird. Man bereitet dieselbe, indem Baumwolle 4 bis 5 Minuten lang in ein Gemenge von 1 Gewichtstheil rauchender Salpetersäure mit 1½ bis 2 Gewichtstheilen Schwefelsäure getaucht, hierauf vollkommen ausgewaschen und unter 40° R. getrocknet wird.

Die Pflanzenfaser hat die Fähigkeit, sich mit manchen basischen Salzen, namentlich mit denen der Thonerde und des Eisenoxyds, sowie auch mit Farbstoffen in der Art zu verbinden, daß die genannten Körper einen der Pflanzenfaser mehr oder weniger dauerhaft anhängenden Ueberzug bilden. Es beruht hierauf das Färben der Leinen- und Baumwollenzeuge. (Vergl. §. 86.)

Das Holz, dessen Hauptmasse aus Pflanzenfaser besteht, ist für uns nicht allein als Nutz- und Werkholz von der vielfachsten und wichtigsten Anwendbarkeit, sondern auch als Brennmaterial vom wesentlichsten Nutzen. Wir werden es in letzterer Beziehung bei der Abhandlung der Zersetzung der organischen Körper einer näheren Betrachtung unterwerfen, bei welcher Gelegenheit auch von den kohligen Produkten die Rede sein wird, die als Humus, Teicherde, Torf, Braun-

kohle und Steinkohle aus der Zersetzung der Pflanzenfaser unter verschiedenen Einflüssen hervorgehen.

b. Stickstoffhaltige indifferente Stoffe.

§. 150. Wir haben unter den stickstofffreien organischen Verbindungen in der Stärke, der Holzfaser, dem Gummi und den Zuckerarten eine Reihe von Körpern kennen gelernt, die sowohl durch ihre Zusammensetzung, als auch in mancher andern Hinsicht, namentlich durch gewisse Zersetzungserscheinungen zeigen, daß sie gegenseitig in einer nahen Beziehung stehen. Nicht minder bieten die Fette eine Gruppe von ähnlich zusammengesetzten Körpern dar, welche in wechselnden Verhältnissen gemengt die verschiedenen Fettarten des Pflanzen- und Thierkörpers darstellen. Der Umstand, daß alle diese Körper nur aus drei einfachen Stoffen, nämlich Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, daß sie ferner in Folge ihres chemischen Verhaltens leicht in reinem Zustande darstellbar sind, hat es möglich gemacht, daß wir über ihre Zusammensetzung und ihre Veränderungen unter gewissen Einflüssen vollkommen aufgeklärt sind.

In ähnlicher Weise finden wir nun in den Pflanzen- und Thierstoffen eine andere Gruppe von Körpern, die eine große Uebereinstimmung in ihren chemischen Bestandtheilen und Eigenschaften haben. Diese Körper, welche man im Allgemeinen die **eiweißartigen** Körper oder **Proteinstoffe** nennt, sind: das **Eiweiß** oder **Albumin**, das **Fibrin** oder **Faserstoff** und das **Casein** oder **Käsestoff**.

Diese drei Körper enthalten außer Kohle, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff noch Schwefel. Allein theils weil diese Körper nicht leicht in vollkommen reinem Zustande darstellbar sind, theils weil es höchst schwierig ist, ihren Gehalt an Schwefel und Stickstoff, die verhältnißmäßig nur in geringer Menge vorhanden sind, genau zu bestimmen, hat man über ihre Zusammensetzung noch keine hinreichend genaue Kenntniß. Man weiß jedoch, daß die Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile dieser drei Körper einander sehr nahe kommen, so daß man sie bisher geradezu für identisch hielt. Neuere Untersuchungen haben dies jedoch nicht bestätigt. Die Feststellung der inneren chemischen Verfassung dieser Körper neuen Forschungen überlassend, beschränken wir uns darauf, die unbezweifelten allgemeinen Eigenschaften derselben zu beschreiben und ihre Zusammensetzung nach den letzten Untersuchungen mitzutheilen.

Es enthalten 100 Gewichtstheile eines dieser Körper im Durchschnitt 53 Kohlenstoff, 7 Wasserstoff, 22 Sauerstoff und 16 Stickstoff. Der Schwefelgehalt wechselt jedoch in diesen verschiedenen Stoffen von ½ bis 2 Procent. Den größten Schwefelgehalt finden wir im Albumin der Eier, wo er 1,7 bis 2 Procent beträgt.

§. 151. Die allgemeinen Eigenschaften der eiweißartigen Körper sind folgende: sie sind nicht krystallisirbar, sondern erscheinen im feuchten Zustande als eine weiße Masse, die beim Trocknen ein halb durchsichtiges hornartiges Ansehen erhält. In den Pflanzen- und Thierkörpern sind dieselben ursprünglich in Wasser ge-

löst, also in flüssigem Zustande vorhanden. Sie gehen jedoch entweder unter dem Einfluß der organischen Thätigkeit oder beim Erhitzen oder beim Vermischen ihrer Auflösung mit schwacher Säure oder Weingeist in einen unlöslichen Zustand über. Sie sind alsdann unlöslich in Wasser, Weingeist, Aether und Fetten. Von schwachen Laugen werden sie gelöst und durch Säuren zum Theil unverändert wieder gefällt. Durch concentrirte Salzsäure werden die eiweißartigen Körper mit lebhaft dunkelblauer Farbe aufgelöst. Auch die saure Flüssigkeit des Magens bewirkt in der Wärme ihre langsame Auflösung.

Ueberläßt man die eiweißartigen Körper in feuchtem Zustande der freiwilligen Zersetzung, d. i. der Fäulniß, so geschieht dies unter Verbreitung eines außerordentlich übelriechenden Geruches, von kohlensaurem Ammoniak, Schwefelammonium und Buttersäure herrührend. Bemerkenswerth ist es, daß diese Körper eine eigenthümliche Zersetzung des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist veranlassen, sobald sie in der freiwilligen Zersetzung begriffen mit einer Zuckerlösung in Berührung kommen.

Die eiweißartigen Körper sind von ganz besonderer Wichtigkeit für die Geschichte der Ernährung, da die festen Theile des Fleisches, des Blutes, des Gehirns und mehrerer anderer Thierstoffe größtentheils aus diesen Körpern bestehen. Man hält daher Nahrungsmittel, welche reich sind an Eiweiß, Fibrin und Casein, für besonders nahrhaft, d. h. für geeignet zur Bildung von Fleisch, Blut u. s. w. im Körper des zu Ernährenden.

1. Eiweiß (Albumin).

§ 152. Diejenigen Pflanzensäfte und thierischen Flüssigkeiten, welche beim Erhitzen gerinnen, enthalten Eiweiß. Wenn man irgend grüne Pflanzenstoffe, z. B. unsere gewöhnlichen Gemüsepflanzen, zerstößt und auspreßt, so erhält man einen grünen Saft, aus den beim Erhitzen das Eiweiß sich ausscheidet. Es ist alsdann durch Blattgrün (Chlorophyll §. 146) grün gefärbt, das jedoch durch Weingeist entfernt werden kann. Zerschneidet man Rüben oder Kartoffeln und läßt sie einige Zeit mit Wasser stehen, so nimmt dieses Eiweiß aus denselben auf, das beim Erhitzen des Wassers in weißen Flocken sich abscheidet. Am reinsten ist das Eiweiß in den Eiern enthalten und außerdem im Blute. Wenn frisches Blut einige Zeit steht, so scheidet es sich in zwei Theile, nämlich in einen festen oder sogenannten Blutkuchen, der auf dem flüssigen Theile, Blutwasser genannt, schwimmt. Erwärmt man das letztere, so gerinnt das in demselben aufgelöste Eiweiß.

Die wesentlichen Eigenschaften des Eiweißes sind folgende: in den Säften der Pflanzen und Thiere ist es in einem löslichen Zustande enthalten, den es verliert, sobald es bis zum Siedepunkt des Wassers erhitzt wird. Es scheidet sich alsdann in Form einer weißen flockigen Masse ab, die im Wasser nicht wieder löslich ist und geronnenes Eiweiß genannt wird. Hierbei hüllt es andere Stoffe die in jenen Flüssigkeiten enthalten sind, ein, und entzieht sie denselben,

daher alle eiweißhaltige Säfte vortrefflich zum Klären trüber Flüssigkeiten dienen, und namentlich bei der Fabrikation des Zuckers (§. 133) benutzt werden. Wird eine eiweißhaltige Flüssigkeit mit Weingeist, oder mit Säuren vermischt, so schlagen diese das Eiweiß daraus nieder.

2. Das Fibrin (Faserstoff).

§. 153 Auch das Fibrin ist, ähnlich wie das Eiweiß, in festem und flüssigem Zustande bekannt. Die rothe Masse, welche die Muskel oder das Fleisch der Thiere bildet, ist festes Fibrin. Aufgelöst ist es im Blute enthalten und scheidet sich beim Erkalten desselben als sogenannter Blutkuchen aus. Es ist alsdann von einem im Blute enthaltenen rothen Stoffe gefärbt, der jedoch durch Waschen mit Wasser entfernt werden kann. Pflanzenfibrin erhält man, wenn Weizenmehl in einen Sack gethan und so lange mit frischem Wasser geknetet wird, als dieses noch milchig abläuft. Das Wasser nimmt die im Weizen enthaltene Stärke hinweg und hinterläßt eine zähe, klebrige Masse, die Kleber genannt wird. Durch siedenden Alkohol entzieht man diesem Kleber einen löslichen Theil, welchem hauptsächlich die Eigenschaft des Klebens zukommt, weßhalb ihr der Name Pflanzenleim ertheilt wurde. Der unlösliche Rückstand ist Pflanzenfibrin, welches sich ähnlich verhält, wie das Thierfibrin.

3. Das Casein (Käsestoff).

§. 154 Die Milch ist ein Gemenge von Fett (Butter) mit der Auflösung des Caseins in Wasser. Wenn man möglichst von Butter befreite Milch erhitzt, so überzieht sie sich mit einem weißen Häutchen, das sich erneuert, so oft man es hinwegnimmt. Diese auf der Milch sich bildende Haut ist Casein. Dasselbe gerinnt also beim Erhitzen nicht plötzlich wie das Eiweiß, sondern allmälig Augenblicklich gerinnt jedoch das Casein, wenn zu der erwärmten Flüssigkeit, die es enthält, einige Tropfen einer Säure getropft werden. Wenn man Bohnen, Erbsen oder überhaupt Hülsenfrüchte zerstößt und sie mit Wasser übergießt, so nimmt dieses aus denselben Casein auf, das beim Erhitzen des Wassers als weiße Haut sich ausscheidet und die größte Aehnlichkeit mit dem Milchcasein zeigt.

Läßt man die Milch einige Zeit stehen, so wird sie sauer, indem der in ihr enthaltene Zucker in Milchsäure (§. 126) übergeht, und diese veranlaßt alsdann das Gerinnen des Caseins. Die auffallendste Wirkung auf dasselbe übt das sogenannte Lab aus, das ein Stückchen von dem Magen eines ganz jungen Kalbes ist. Taucht man dieses in Milch, so gerinnt augenblicklich alles Casein derselben, ohne daß man sich diese eigenthümliche Wirkung zu erklären vermag.

Das Casein mit Butter vermengt bildet den fetten Käse, während aus der entrahmten Milch die mageren Käse bereitet werden. In den reifen

Käsen ist das Casein jedoch theilweise zur Fäulniß übergegangen und daher verändert.

4. Das Diastas (Malzeiweiß).

§. 155. Wenn Gerste mit Wasser befeuchtet wird, so beginnt sie, nach einigen Tagen zu keimen. Die gekeimte Gerste wird Malz genannt und ist wesentlich von der ursprünglichen Gerste verschieden. Zerreibt man das Malz mit Wasser und setzt der filtrirten Flüssigkeit nachher Weingeist zu, so schlägt dieser das Diastas nieder, welchem Eiweiß und Gummi beigemengt sind. Diese Substanz ist dadurch ausgezeichnet, daß sie im hohen Grade die Fähigkeit besitzt, die Stärke in Gummi und in Zucker zu verwandeln, ähnlich wie dies nach §. 131 durch Säuren geschehen kann.

Das Malz enthält daher nur wenig Stärke, da diese fast gänzlich in Gummi und Zucker verwandelt ist, was schon der süße Geschmack des Malzes zu erkennen giebt. Von jener Eigenschaft des Diastases wird namentlich bei der Darstellung der zuckerhaltigen Flüssigkeiten Anwendung gemacht, die zur Bereitung des Bieres, des Branntweins und des Essigs dienen. (S. Gährung, §. 160.)

5. Der Leim.

§. 156. Verschiedene Theile des Thierkörpers, insbesondere die Haut, der Knorpel und der weiche Theil der Knochen (vergl. §. 51), lösen sich beim längeren Kochen in Wasser endlich vollständig auf und bilden eine Flüssigkeit, die beim Erkalten zu Gallerte erstarrt, welche getrocknet Leim genannt wird. Daher heißen jene Theile auch die leimgebenden Gebilde des Thierkörpers. Die Anwendung des gewöhnlichen Leims als Bindemittel ist hinreichend bekannt.

Der reinste Leim wird durch das Auflösen der Hausenblase in siedendem Wasser erhalten, wobei man eine farblose, geruch- und geschmacklose Flüssigkeit bekommt. Der vollkommen trockene Leim ist an der Luft unveränderlich. Längere Zeit mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, wird der Leim in sehr süß schmeckenden Leimzucker verwandelt. Eine besondere Eigenschaft des Leims ist die, mit Gerbsäure eine in Wasser unlösliche Verbindung zu bilden. Vermischt man in der That eine Auflösung desselben mit Eichenrinde- oder Galläpfelabkochung, so entsteht sogleich ein starker, flockiger Niederschlag.

Das Leder.

§. 157. Die thierische Haut kann in einen Zustand versetzt werden, in dem sie der Fäulniß vollkommen widersteht, zugleich aber durch ihre Zähigkeit und Geschmeidigkeit ein höchst werthvolles Material zu den verschiedensten Zwecken gewährt. Wir nennen die Haut in diesem Falle Leder, und unterscheiden drei Arten der Zubereitung desselben, nämlich die Lohgerberei, die Weiß- und die Sämischgerberei.

Das Sohl- und Schuhleder ist nichts Anderes als eine unlösliche Verbin-

dung der Haut mit Gerbsäure. Zur Herstellung derselben werden die Häute zuerst mit Salz bestreut über einander in Gruben gelegt, wodurch sie sich erhitzen oder schwitzen und alsdann leicht von den Haaren befreit werden können. Nachher weicht man dieselben so lange in fließendem Wasser ein, bis sie recht aufgelockert sind, und legt sie in diesem Zustande in Kasten, die Lohbrühe enthalten. Diese ist eine gerbsäurehaltige Flüssigkeit, die man durch Ausziehen der Lohe, d. i. gemahlener Eichenrinde mit Wasser erhält. Je vollkommener nun diese Flüssigkeit die Haut durchdringt, desto vollkommener wird letztere in Leder verwandelt, wozu gewöhnlich mehrere Monate erforderlich sind.

Die Haare und das den Häuten anhängende Fett können auch entfernt werden, indem man die Felle mit ätzendem Kalk behandelt. Nachdem hierauf der Kalk durch Auswaschen und mit Hülfe schwacher Säuren entfernt worden ist, wird der Haut entweder durch Einweichung in einer Mischung von Alaun und Kochsalz ihre lederartige Beschaffenheit ertheilt, was bei der Weißgerberei geschieht, oder man bereitet daraus das sämische Leder, indem das Fell wiederholt mit Oel getränkt und gewalkt wird. Das überflüssige Oel wird durch eine Lauge hinweggenommen.

II. Eigenthümliche Zersetzungen der organischen Verbindungen.

---

§. 158. Aus dem Vorhergehenden haben wir erfahren, daß der Körper einer Pflanze oder eines Thieres eine Zusammenhäufung verschiedener einzelner Stoffe ist, die wir sowohl hinsichtlich ihrer Eigenschaften als chemischen Zusammensetzung kennen lernten. So besteht die Hauptmasse des Thierkörpers aus Fibrin, leimgebendem Gebilde, Eiweiß und Fett, ungerechnet den phosphorsauren Kalk als festen Bestandtheil der Knochen. Die Masse einer Pflanze wird gebildet von Pflanzenfaser, Blattgrün, Eiweiß, Gummi, Stärke, Oel u. s. w, wobei namentlich zu erinnern ist, daß die meisten dieser in Pflanzen- oder Thierkörpern enthaltenen Stoffe in Wasser entweder aufgelöst oder von demselben aufgeweicht und durchdrungen sind, wie z. B. das Fibrin, welches die Muskel bildet. Daher ist denn das Wasser als ein Hauptbestandtheil dieser Körper anzusehen. Wir wissen ferner, daß Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel die Elemente sind, aus welchen jene Stoffe bestehen, die sehr zusammengesetzte Gruppen derselben vorstellen.

Der Körper der Pflanzen und Thiere ist also ein Gebäude, wunderbar zusammengefügt aus mannichfachen Stoffen, die als solche bestehen und zusammenhalten,

so lange der Hauch des Lebens in dem Gebäude waltet und mit seiner anregenden Kraft das Haus vor innerem Zerfall und dem Andrange von Wind und Wetter von Außen her bewahrt und erhält. Aber von dem Augenblicke an, wo mit dem Leben jene Kraft aus dem Körper entflohen ist, folgen seine Bestandtheile den allgemeinen Gesetzen der chemischen Anziehung. Jene zusammengesetzten Gruppen können als solche nicht lange bestehen; sie zerfallen, und ihre kleinsten Theilchen ordnen sich zu einfacheren Verbindungen, die als Zersetzungsprodukte hervorgehen. Doch nicht allein jene künstliche innere Zusammensetzung veranlaßt den Zerfall des Gebäudes, sondern auch die Einwirkung des alle Körper umgebenden Sauerstoffs und das Wasser der Atmosphäre tragen ganz wesentlich hierzu bei, und geben sogar meistens den Hauptanstoß zur eintretenden Zersetzung. Noch rascher beginnt und vollendet sich diese unter dem Einfluß und der gesteigerten Mitwirkung der Wärme. Wird hierbei der Einfluß der äußeren Luft ausgeschlossen, so erhält die Zersetzung den Namen der trockenen Destillation, während das Zerfallen der organischen Körper in einfachere Verbindungen bei gewöhnlicher Temperatur und Einwirkung von Luft und Wasser als sogenannte freiwillige Zersetzung bezeichnet wird.

Es ist klar, daß alle Produkte, die aus der Zersetzung der organischen Körper hervorgehen, einfacher zusammengesetzt sein müssen, als diese selbst, daß sie nur diejenigen einfachen Stoffe enthalten können, die wir in den organischen Körpern antreffen, und daß die Summe ihres Gewichtes nur dann das Gewicht des zersetzten Körpers übertreffen kann, wenn bei der Zersetzung Sauerstoff und Wasser von Außen aufgenommen werden.

1. Freiwillige Zersetzung.

§. 159. Das Zerfallen organischer Körper in einfachere chemische Verbindungen bei gewöhnlicher Temperatur wird freiwillige Zersetzung genannt. Unter verschiedenen Umständen erhält dieselbe jedoch besondere Namen. Enthielt der zerfallene Körper Zucker, und befindet sich unter den neugebildeten Produkten Weingeist, so wird diese Zersetzung Gährung genannt. Fäulniß heißt eine von dem Entstehen übelriechender Produkte begleitete Zersetzung. Verwittern nennt man die Zerstörung organischer Stoffe, hauptsächlich unter dem abwechselnden Einfluß des Sauerstoffs der Luft, des Lichtes und des Wassers, und das Vermodern findet Statt, wenn der organische Körper diesen drei Einflüssen nur in sehr geringem Grade ausgesetzt ist.

Die Gährung.

§. 160. In allen zuckerhaltigen Pflanzensäften, wie im Safte der Trauben (Most), des Obstes, des Zuckerrohrs, der Runkelrübe, in einer Abkochung des Malzes (§. 155) befindet sich außer dem Zucker eine stickstoffhaltige Substanz, in der Regel Eiweiß oder Pflanzenfibrin. Sobald eine solche Flüssigkeit der Luft aus-

gesetzt wird, geht zunächst eine Veränderung mit ihren stickstoffhaltigen Bestandtheil vor, indem derselbe Sauerstoff aufnimmt und allmälig in Form eines bräunlichen Niederschlages sich ausscheidet, den man Hefe oder Ferment nennt. Es scheint, als ob diese an allen Punkten der Flüssigkeit stattfindende Umänderung den Anstoß zur Zersetzung des Zuckers gebe, denn alsbald zerfällt die Gruppe seiner Theilchen in zwei andere Gruppen, nämlich in Weingeist und in Kohlensäure. Die letztere, die überall in Bläschen sich erhebt, veranlaßt das Aufschäumen und Aufsteigen der Flüssigkeit, woran der Gährungszustand so leicht zu erkennen ist.

Diese Zersetzung läßt sich an den Formeln jener Stoffe sehr wohl darstellen:

1 Theilchen wasserfreier Traubenzucker = $C_{12}H_{12}O_{12}$ zerfällt nämlich in
2 » Weingeist . . . . . = $C_8\ H_{12}O_4$, und in
4 » Kohlensäure . . . . . . = $C_4\quad O_8$.

Die Gährung ist vollendet, wenn aller Zucker der Flüssigkeit in Weingeist verwandelt ist, worauf dieselbe in Destillirgefäße gebracht und der Weingeist abdestillirt wird.

Die hierbei als Bodensatz ausgeschiedene Hefe besitzt die Eigenschaft, daß sie, mit einer neuen Menge von Zucker zusammengebracht, auch dessen Zersetzung veranlaßt, und zwar reicht ein geringer Theil Hefe hin, um die Gährung von sehr viel Zucker zu bewirken. Endlich verliert jedoch die Hefe jene Erregungsfähigkeit, indem sie selbst die eigene Zersetzung vollendet hat.

Die Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten findet jedoch nicht unter allen Umständen Statt. Nothwendig hierzu ist die Berührung mit Luft und eine Temperatur von 20° bis 30° C. Unter 10° C. geht dieselbe nicht vor sich. Auch verhindern gewisse Substanzen, wenn sie in sehr geringer Menge den gährungsfähigen Stoffen zugesetzt werden, deren Zersetzung, wie z. B. das flüchtige Oel des Senfsamens, schweflige Säure, salpetrige Säure u. a. m.

Die Hefe verliert ihre erregende Kraft, wenn sie ganz ausgetrocknet oder auf 100° C. erhitzt, oder mit Weingeist, Säuren oder Alkalien vermischt wird. Die sogenannte Kunsthefe wird bereitet, indem man einen zähen Weizenteig mehrere Tage lange in mäßiger Wärme stehen läßt, bis er einen weinigen Geruch annimmt.

Die geistigen Getränke

§. 161. sind sämmtlich Produkte der Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten und werden entweder durch nachherige Destillation bereitet, wie der Weingeist und die verschiedenen Arten des Branntweins, oder ohne Destillation, wie der Wein und das Bier.

Die destillirten geistigen Flüssigkeiten enthalten natürlich nur flüchtige Bestandtheile und zwar ihrer Hauptmasse nach Weingeist und Wasser. In der

Regel besitzen die aus verschiedenen Pflanzenstoffen bereiteten Branntweine einen eigenthümlichen Beigeschmack, der für mehr oder weniger angenehm gehalten wird. Die Ursache hiervon ist, daß während der Gährung jener Stoffe sich eigenthümliche flüchtige Oele oder Aether bilden, die einen ausgezeichneten Geruch besitzen, und diesen dem Branntwein mittheilen. So erhalten der Kartoffelbranntwein und der Kornbranntwein ihren Geruch und Geschmack von den darin enthaltenen Fuselölen (s. §. 142). Der Rum wird aus dem Syrup des Rohrzuckers bereitet, der Arak aus gegohrenem Reis, und selbst aus dem Milchzucker bereiten die Steppenvölker der Hochebenen von Asien ein berauschendes Getränk.

Da die Stärke sowohl durch Schwefelsäure, als auch durch Diastas (§. 155) in Zucker verwandelt wird, so dienen in der Regel die stärkehaltigen Pflanzenstoffe zur Bereitung des Branntweins. Getreide oder gekochte Kartoffeln werden mit Malz vermengt in den Gährbütten in Wasser geweicht und die ausgegohrene Flüssigkeit, Maische genannt, nachher destillirt.

Der Wein enthält, je nach dem Zuckergehalt der Trauben, aus welchen er dargestellt wurde, sehr ungleiche Mengen von Weingeist. Während der gewöhnliche deutsche Wein nur 8 bis 10 Procent und der stärkste Rheinwein nur 12 bis 14 Procent Weingeist enthält, findet man in den Weinen des Südens von Frankreich, Spanien und Portugal 18 bis 20 Procent desselben. Der Wein enthält ferner die in einer solchen geistigen Flüssigkeit löslichen Bestandtheile des Traubensaftes. Außer einem färbenden Stoff gehört hierher der Weinstein (§. 120), namentlich im Rheinwein häufig und demselben einen säuerlichen Geschmack ertheilend, sodann Zucker, der besonders in manchen südlichen Weinen enthalten ist, oder denselben zugesetzt wird. Der Weingeruch rührt von einer eigenthümlichen ätherartigen Flüssigkeit her. Der rothe Wein enthält außer dem rothen färbenden Stoff etwas Gerbsäure, die ihm einen zusammenziehenden Geschmack verleiht.

Das Bier wird bereitet, indem man gekeimte Gerste (Malz) im Braukessel mit Wasser kocht und dem erhaltenen süßen Malzabsud, Würze genannt, zuletzt etwas Hopfen zusetzt, und in flachen hölzernen Kufen (Kühlschiffen) schnell abkühlt. Die gekühlte Würze wird nach den oben offenen Gährbottichen geleitet, wo sie eine langsame Gährung durchmacht, und noch bevor aller Zucker in Weingeist verwandelt ist, als fertiges Jungbier entweder sogleich in Zapf genommen oder auf die Lagerfässer gebracht wird.

Die Bestandtheile des Bieres sind demnach, außer Wasser, 4 bis 5 Procent Weingeist, Zucker, Gummi, welches ihm eine klebende Eigenschaft ertheilt, Bitterstoff des Hopfens und Kohlensäure welche die Ursache seines Schäumens ist. Das Bier geht sehr schnell in Säuerung über, d. h. sein Weingeist verwandelt sich leicht in Essigsäure, und zwar geschieht dies um so eher, je schwächer das Bier ist. Die Säuerung wird vermindert durch den Bitterstoff und das ätherische Oel des Hopfens, so daß gehopftes Bier haltbarer ist, als süßes Bier. Am wesentlichsten trägt jedoch zur Erhal-

tung desselben die Aufbewahrung an einem möglichst kühlen Orte bei, weshalb man das Lagerbier in Kellern verwahrt, deren Temperatur im Sommer nur 8 bis höchstens 10 Grad beträgt.

Die Essiggährung

§. 162. beruht auf der Verwandlung des Weingeistes in Essigsäure durch den Sauerstoff der Luft. Zu 1 Theilchen Weingeist = $C_4H_6O_2$ treten 3 Theilchen Sauerstoff und bilden damit 2 Theilchen Wasser = 2 H O und 1 Theilchen Essigsäure = $C_4H_4O_4$. Die Bereitung der Essigsäure geschieht, indem weingeisthaltige Flüssigkeiten bei einer Temperatur von 28 bis 35° dem Einflusse der Luft ausgesetzt werden. Hierzu lassen sich die mannichfaltigsten Stoffe, häufig Abfälle von der Wein- und Bierbereitung, wie Trester, Trub u. s. w. verwenden, die auf diese Weise noch benutzt werden. In der Regel bedient man sich jedoch einer gegohrenen Maische (§. 161), die in nicht ganz verschlossenen Fässern in den, erforderlichen Falls geheizten, Essigstuben allmälig in Essig verwandelt wird, der fertig ist, sobald er sich durch Ablagern geklärt hat.

Sehr schnell kann man Weingeist in Essigsäure verwandeln, wenn verdünnter Branntwein durch ein mit Hobelspänen gefülltes Faß gegossen, unten aufgefangen und dies einigemal wiederholt wird. Indem der Weingeist auf den Spänen sich ausbreitet, kommt er mit sehr viel Sauerstoff in Berührung Man nennt dieses Verfahren Schnellessigbereitung.

Die Fäulniß

§. 163. liefert freilich Produkte, die weniger erquicklich sind, als die im Vorhergehenden betrachteten. Auch hier müssen wir uns der einfachen Stoffe erinnern, aus welchen die Pflanzen und Thiere bestehen, wenn wir uns eine genaue Vorstellung über die beim Zerfallen ihrer Leichen entstehenden Produkte bilden wollen. Diese sind jedoch nicht unter allen Umständen dieselben, sondern wesentlich verschieden, wenn die Fäulniß bei niederer Temperatur und Gegenwart von Wasser stattfindet oder bei etwas höherer Temperatur und mangelnder Feuchtigkeit. Ferner liefern die Thierkörper wegen ihres größeren Gehalts an Schwefel und Stickstoffe gewisse Produkte viel reichlicher, als die im Verhältniß an diesen Stoffen armen Pflanzentheile. Man kann als allgemein ziemlich richtig annehmen, daß während der Fäulniß bei niederer Temperatur vorzugsweise Wasserstoffverbindungen entstehen, bei größerer Wärme und weniger Zutritt von Wasser mehr Sauerstoffverbindungen gebildet werden. Das Folgende mag diese Zersetzungsweise anschaulich machen.

Zersetzungsprodukte der Pflanzen- und Thierstoffe.

Bei Gegenwart von viel Wasser und niederer Temperatur.		Bei Gegenwart von wenig Wasser und höherer Temperatur.	
Wasser	HO	Wasser	HO
Kohlenwasserstoff (Sumpfluft)	CH_2	Kohlensäure	CO_2
Schwefelwasserstoff	SH	Schwefelsäure	SO_3
Phosphorwasserstoff	PH_3	Phosphorsäure	PO_5
Ammoniak	NH_3	Salpetersäure	NO_5
x (OCSPNH).		x (HCSPNO).	

Man sei jedoch nicht der Meinung, als ob in diesen Fällen diese Produkte so ausschließlich gebildet werden, wie sie hier in beiden Reihen neben einander stehen. Im Gegentheil, die Produkte der einen Reihe kommen mehr oder weniger unter denen der anderen vor, je nach der Mannichfaltigkeit der Umstände. Häufig treten im Anfange der Fäulniß, wo noch viel Wasser vorhanden ist, mehr die ersteren, gegen das Ende vorzugsweise die letzteren auf, oder die ersteren gehen endlich selbst in Sauerstoffverbindungen über. Auch verbinden sich die entstandenen Produkte unter einander, so daß zusammengesetztere, wie kohlensaures und salpetersaures Ammoniak, Schwefelwasserstoff-Ammoniak u. a. m. entstehen.

Wichtig für die Produkte der freiwilligen Zersetzung ist auch die Umgebung der ihr unterworfenen Stoffe. Enthält diese nämlich starke Basen, wie namentlich Kali oder Kalk, so entstehen vorzugsweise Säuren, die sich mit denselben verbinden. Hierauf beruht die §. 33 angeführte Erzeugung der Salpetersäure.

Alle oben genannten Zersetzungsprodukte sind im Dünger und in dem Pfuhl enthalten, und verleihen denselben einen großen Werth als Nahrungsmittel der Pflanzen. Da diese Verbindungen jedoch ohne Ausnahme flüchtig sind, so gehen viele derselben durch Verdunstung verloren. Man hat daher vielfach versucht, durch Zusatz geeigneter Basen, als Kalk, Thon, Gyps, Eisenvitriol, und mancher Säuren, namentlich der Schwefelsäure, jene flüchtigen Säuren und Basen an nicht flüchtige Körper zu binden und so im Dünger zurückzuhalten.

§. 164. Die Fäulniß wird verhindert, indem man den Einfluß von Wasser oder den der Luft entfernt oder durch eine sehr niedere Temperatur. Alle wohlausgetrockneten Thier- oder Pflanzenstoffe gehen nicht in Fäulniß über. Das Austrocknen geschieht entweder an der Luft oder durch künstliche Wärme, oder mittels eines Körpers, der jenen Stoffen das Wasser vermöge großer Verwandtschaft zu demselben entzieht. Solche sind das Kochsalz, auch wohl der Zucker, und es beruht hierauf das Einsalzen und das Einmachen mit Zucker. Auch der Weingeist wirkt in derselben Weise auf die in ihm bewahrten Gegenstände.

Bringt man Fleisch, Gemüse oder dergleichen mehr in Blechgefäße, die nachher mit heißem Wasser angefüllt und mit einem aufgelötheten Deckel voll-

kommen luftdicht verschlossen und einige Stunden lang in siedendem Wasser erhitzt werden, so lassen sich diese Gegenstände über ein Jahr lang ohne alle Veränderung aufbewahren. Dieses von Appert erfundene Verfahren wird in der That befolgt, um Speisen für Seereisen oder die Winterzeit in frischem Zustande zu erhalten. Es beruht darauf, daß der Sauerstoff der Luft vollkommen abgeschlossen ist.

In Sibirien hat man ein in der Erde eingefrornes Mammuth gefunden, ein Thier, welches lebend jetzt nicht mehr angetroffen wird. An demselben waren Haut, Haare und Fleisch noch vollkommen erhalten, so daß letzteres von Hunden gefressen wurde. Jenes Thier muß aber wenigstens mehrere tausend Jahre in diesem Zustande verblieben sein, was gewiß ein merkwürdiger Beweis dafür ist, daß die Kälte die Fäulniß nicht eintreten läßt.

Manche Stoffe, welche die Gährung aufheben, hindern oder verzögern auch die Fäulniß, wie flüchtiges Senföl, Kreosot und namentlich Holzessig, sodann Arsenik und Sublimat u. a. m. Die Bereitung der Mumien beruht darauf, die Leichen möglichst auszutrocknen und mit solchen fäulnißwidrigen Stoffen zu behandeln.

Die langsame Verkohlung.

§. 165. Wenn Pflanzenreste, namentlich Holz, Stengel, Wurzeln, Moos u. s. w. unter unvollkommenem oder ganz abgeschlossenem Luftzutritt und Vorhandensein von Wasser, der freiwilligen Zersetzung unterworfen sind, so treten allmälig Sauerstoff und Wasserstoff in der Form von Kohlensäure, Wasser und Kohlenwasserstoff (Sumpfluft) aus der Masse derselben aus und das Rückbleibende wird fortwährend reicher an Kohlenstoff. Es läßt sich dieses sowohl an der Farbe jener Gegenstände erkennen, die immer dunkler wird, je mehr diese Zersetzung voranschreitet, als auch durch die chemische Untersuchung. Die entstehenden Produkte werden Holzerde, Mulm, Moder, Heideerde, Torf, Braunkohle oder Steinkohle genannt und unterscheiden sich nur durch den Grad der Zersetzung, als deren letztes Glied wir die Steinkohle ansehen müssen.

Im gewöhnlichen Ackerboden ist stets eine große Masse solcher halbzersetzter Pflanzenreste enthalten, die man mit dem Namen von Dammerde oder Humus bezeichnet und die ihm die dunklere, oft schwarze Farbe ertheilt, welche der unmittelbar darunterliegende unbebaute Boden nicht besitzt.

Es finden sich als Folge der allmäligen Zersetzung der Pflanzenstoffe eine solche Masse von kohlehaltigen Produkten in verschiedenen Formen angehäuft, daß wir daraus den größten Vortheil ziehen, indem wir dieselben als Brennmaterial benutzen. In der That würde die auf der Erdoberfläche vorhandene und jährlich hinzuwachsende Holzmasse nicht entfernt ausreichen, die Bedürfnisse des Menschengeschlechts zu befriedigen, wenn nicht Schätze zu Hülfe gezogen werden könnten, welche in Form von kohligen Massen vor Jahrtausenden angesammelt worden sind. Bei der Wichtigkeit, welche das

Brennmaterial für unsere ganze Existenz hat, ist eine genauere Betrachtung desselben unumgänglich.

§. 166. Der Torf ist unstreitig das jüngste der kohlenartigen Gebilde, welches fortwährend unter unseren Augen entsteht. Er verdankt seinen Ursprung hauptsächlich einer unscheinbaren Pflanze, dem sogenannten Torfmoose (Sphagnum), das auf feuchten Torfmooren sich ausbreitet. Indem der untere Theil dieses Mooses abstirbt, erhebt sich auf demselben eine neue Moosdecke, die im folgenden Jahre ebenfalls ersterbend sich der modernden hinzufügt und so wächst Jahr für Jahr ein Lager kohlehaltiger Stoffe zusammen, das in achtzig bis hundert Jahren eine beträchtliche Tiefe gewinnt. Mit der Zeit schreitet die allmälige Verkohlung immer mehr voran, die unteren Schichten werden immer kohlereicher, schwärzer und durch den Druck der oberhalb sich ablagernden dichter.

Daher ist der beste Torf der älteste, dessen schwarzes Ansehen und große Schwere kaum erkennen läßt, daß Pflanzenstoffe ihn bildeten. Der jüngere Torf ist dagegen braun, locker, und erscheint oft als ein leicht erkennbar Zusammengemodertes aus Moosstengeln und allerlei auf dem Torfgrund vorhandenen Wurzeln, Stengeln und dergleichen.

Es hängt von besonderen Umständen ab, ob der Torf mehr oder weniger erdige Beimischungen enthält. Während diese bei manchen Sorten nur wenig betragen, machen sie bei anderen mitunter 30 bis 50 Procent aus, in welchem Falle natürlich das größere specifische Gewicht des Torfes kein Zeichen seiner Güte ist. Deshalb ist beim Beurtheilen desselben besonders auf seinen Aschengehalt Rücksicht zu nehmen.

§. 167. Die Bildung der Braunkohle gehört einer Zeit an, die das Geschlecht der Menschen nicht zum Zeugen hatte, obgleich sie dem Auftreten desselben ziemlich unmittelbar vorausgegangen ist. Mehr oder minder große Holzmassen wurden theils plötzlich, theils allmälig von darüber sich ablagernder Erdmasse bedeckt und in ihrem Ansehen verändert. Je nach den verschiedenen Umständen, die ihre Veränderung bewirkte, bietet die Braunkohle merkwürdige Uebergänge von vollkommen holzähnlichem Ansehen bis zur Steinkohlenform dar. Man findet Braunkohlenstämme mit deutlich erkennbaren Holzringen, Samen, Blättern und Bast, während andere Braunkohle erdig oder schwarz und dicht ist und keineswegs den pflanzlichen Ursprung erkennen läßt. In der Regel herrscht bei der Braunkohle die ihrem Namen entsprechende Farbe vor, und durch den Druck der Erdmasse, unter welcher sie sich bildete, hat sie eine ziemlich beträchtliche Dichte erhalten. Man findet in der That Stämme, die von ihrer ursprünglichen Walzenform zu platten, elliptischen Säulen zusammengepreßt sind. Die Braunkohle ist ein vortreffliches Brennmaterial, das jedoch häufig Schwefeleisen als nachtheiligen Begleiter hat.

§. 168. Die Steinkohle gehört nach ihrer Entstehungsgeschichte einer noch viel früheren Periode an. Unzweifelhaft ist sie ebenfalls aus Pflanzenstoffen und zwar aus Stämmen entstanden, die jedoch durch Druck und die Länge der Zeit eine solche Veränderung erlitten haben, daß bis in die neuere Zeit eine Ansicht

herrschend war, wornach die Steinkohle keinen pflanzlichen Ursprung hätte. Für den letzteren spricht einestheils der Umstand, daß schon beim Torf und der Braunkohle sich der Uebergang in's Steinkohlenartige deutlich verfolgen läßt, und andererseits die Thatsache, daß überall in Begleitung der Steinkohlen Pflanzenreste der verschiedensten Art, ja vollkommen kenntliche Baumstämme aufgefunden worden sind. Auch läßt das Mikroskop an vielen ganz dicht erscheinenden Steinkohlen die zellige Structur noch erkennen.

Schwierig zu erklären bleiben nur die oft erstaunlich großen Massen von Kohlen, die in Lagern von vierzig und mehr Fuß Mächtigkeit vorkommen und zu ihrer Bildung freilich ungeheure Holzmassen und viele Tausende von Jahren erforderten.

Die Steinkohle ist dicht, schwarz und glänzend. Das specifische Gewicht derselben ist meistens = 1,3 und vergleichen wir dieses mit der Dichte des Holzes und der Holzkohle (§. 49 und Physik §. 34), so ist klar, wie die Steinkohle im gleichen Raume eine bei weitem größere Menge brennbarer Theile enthalten muß. Sie ist deswegen in der That ein vortreffliches Brennmaterial, das wegen seiner Dichte natürlich schwerer zu entzünden ist und einer größeren Sauerstoffmenge, daher stärkeren Luftzutritts oder Zuges bedarf, als dies bei Holz und Kohlen der Fall ist.

Man darf die Steinkohle jedoch durchaus nicht als reinen Kohlenstoff ansehen. Sie enthält immer noch Sauerstoff, Wasserstoff und eine kleine Menge von 1 bis 2 Proc. Stickstoff. Außerdem treffen wir mineralische Bestandtheile in derselben an, von denen wir namentlich Schwefel in Verbindung mit Eisen erwähnen wollen. Es hat augenfällig bei der Entstehung der Steinkohle durch allzustarke Bedeckung derselben nur eine unvollkommene Verkohlung stattgefunden.

Diese kann nun noch nachträglich geschehen, indem man die Steinkohle ganz in ähnlicher Weise wie das Holz (§. 49) verkohlt, wodurch auch namentlich noch der Vortheil erreicht wird, daß der Schwefel, welcher bei der Anwendung der Steinkohlen oft sehr nachtheilig ist, aus ihr entfernt wird. Man nennt diese Arbeit das Verkooken, und die daraus erhaltene Kohle heißt Kook (englisch Coak). Da die Kook, mit Ausnahme der mineralischen Stoffe ganz aus Kohlenstoff bestehen, und dabei eine große Dichte haben, so sind sie der vorzüglichste aller Brennstoffe, wenn in kleinem Raum eine große Hitze erreicht werden soll, weshalb sie fast ausschließlich zum Heizen der Locomotiven angewendet werden. Die Kook haben ein grau glänzendes, fast metallisches, zugleich schlackisches Ansehen, und sind so dicht, daß sie klingen.

Die Steinkohle kommt in außerordentlich verschiedenen Formen und von sehr ungleicher Zusammensetzung und Güte vor, wie eine zur Uebersicht der Brennstoffe angefügte Tafel deutlicher zeigen soll. Es ist klar, daß sie um so weniger werthvoll ist, je mehr mineralische, folglich unverbrennliche Stoffe sie enthält. Hinsichtlich ihres Verhaltens in der Hitze zeigen sich die gepulverten Steinkohlenarten in dreierlei Weise. Entweder bläht die Probe sich auf und backt zusammen, weshalb diese Kohlen Backkohlen heißen und zu Schmiedefeuern und zur Gasbeleuchtung vorzüglich geeignet sind, oder das Kohlenpulver

sintert nur etwas in einander und klebt zusammen, was den Sinterkohlen eigen ist, während die Probe der sogenannten Sandkohlen pulverig bleibt. Die letzteren sind weniger werthvoll.

Eine der besten Steinkohlenarten ist die in England vorkommende Kannelkohle (candle-coal, d. i. Licht- oder Leuchtkohle), welche mit schön leuchtender Flamme brennt. Diese Fähigkeit, sowie die Verwendbarkeit der Steinkohlen zu Leuchtgas ist hauptsächlich von dem Wasserstoffgehalt derselben abhängig.

§. 169. Nachdem wir in dem Vorhergehenden das Holz, den Torf, die Braunkohle und Steinkohle kennen gelernt haben, so lassen sich hieran leicht einige allgemeine Betrachtungen über den Werth derselben als Brennstoffe anreihen.

Unsere gesammte künstliche Wärme-Erzeugung beruht einestheils auf dem Verbinden des Kohlenstoffs und anderntheils des Wasserstoffs mit Sauerstoff, auf der sogenannten Verbrennung.

Bei gleichen Gewichten wird daher derjenige Körper als Brennstoff am werthvollsten sein, der die größte Menge Kohlenstoff und Wasserstoff in nicht oxydirtem Zustande enthält. In 100 Pfund grünen Holzes kaufe ich nur 20 Pfund Kohle, während in 100 Pfund trockenen Holzes davon 40 Pfd. enthalten sind. Bei gleichen Maaßen ist derjenige Brennstoff der werthvollere, welcher am meisten Kohlenstoff und Wasserstoff enthält und die größere Dichte besitzt.

Die Wärme, welche die Brennstoffe liefern, ist durchaus von der Art ihrer Verbrennung abhängig, denn gleiche Gewichte Kohle geben unter ein und denselben Umständen vollkommen verbrannt gleiche Wärmemengen. Eine vollkommene Verbrennung ist aber eine solche, wo kein Theil des Brennstoffs entweicht, ohne in die höchste Sauerstoffverbindung, nämlich in Kohlensäure, verwandelt worden zu sein.

Jede Verbrennungsvorrichtung, aus welcher unverbrannte Gase und Dämpfe in der Gestalt von Rauch oder entzündbares mit blauer Flamme brennendes Gas (Kohlenoxyd) entweichen, gewährt einen offenbaren Verlust.

In der Benutzung der Brennstoffe ist deshalb Rücksicht zu nehmen, auf den Gehalt derselben an Kohlenstoff, Wasserstoff, Wasser und mineralischen Stoffen, auf ihre Dichte und die möglichst vollkommene Verbrennung derselben durch zweckmäßige Zuleitung von Sauerstoff.

Vergleichung einiger Brennstoffe.

Getrocknet bei 100° C.	Dichte.	100 Gewichtstheile enthalten:			
		Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Mineralische Stoffe.
Holzkohle	0,187	99,07	—	—	0,03
Kook	1,08	95	—	—	bis 5,
Englische Backkohle	1,28	87	5	5	1,3
Kannelkohle	1,31	67	5	8	2,5
Braunkohle (beste)	1,37	66	4,8	18	2,7
Torf (bester)	—	58	5,9	31	4,6
Braunkohle (holzartige)	1,27	51	5	30	1,29
Buchenholz	0,728	49	6	44	—
dasselbe (lufttrocken)	—	40	—	—	—

Die vorstehende Tafel zeigt deutlich, wie der Gehalt an Sauerstoff mehr und mehr abnimmt, zu je älteren kohlenartigen Bildungen man übergeht. Während wir im Holz 44 Procent Sauerstoff finden, sinkt dessen Menge in manchen Steinkohlen auf 5 Procent herunter.

8. Trockene Destillation.

§. 170. Stoffe, welche der dabei gewonnenen Produkte wegen vorzugsweise der trockenen Destillation unterworfen werden, sind die Steinkohlen, das Holz und das Fleisch der gefallenen Thiere. Diese Zersetzungen werden fabrikmäßig betrieben, indem jene Stoffe meistens in eisernen Retorten, die bald die Gestalt von Röhren oder von Kesseln oder Kasten haben, erhitzt werden. Mit denselben sind geeignete Vorrichtungen verbunden, in welchen diejenigen Produkte, die man benutzen will, sich ansammeln.

Natürlich hängen hier die bei der Destillation entstehenden Verbindungen zunächst von der Zusammensetzung der erhitzten Körper ab. Der dabei stattfindende Unterschied ergiebt sich aus folgender Uebersicht:

Produkte aus der trockenen Destillation von					
Steinkohle,		Holz,		Thierkörpern.	
Wasser . . .	HO	Wasser . . .	HO	Wasser	HO
Ammoniak .	NH_3	Holzgeist . .	$C_2H_3O_2$	Schwefelwasserstoff-Ammoniak	$SH+NH_3$
Flüchtiges Theeröl . .	CHO	Essigsäure . .	$C_4H_3O_3$	Cyanwasserstoff-Ammoniak . .	$CyH+NH_3$
Theer	CHO	Flüchtiges Theeröl . .	CHO	Kohlensaures Ammoniak . .	CO_2+NH_3
Naphtalin .	$C_{16}H_8$	Theer	CHO	Flüchtiges Theeröl	$CHON$
Kohlenwasserstoff	CH_2	Kreosot . . .	CH	Theer	$CHON$
Leuchtgas . .	CH	Kohlenwasserstoff	CH_2	Kohlenwasserstoff	CH_2
Schweflige Säure . . .	SO_2	Kohlensäure .	CO_2	Kohlensäure . .	CO_2
Kohlensäure .	CO_2	Kohlenoxyd .	CO	Kohlenoxyd . .	CO
Kohlenoxyd .	CO				
Als Rückstand:	C	Als Rückstand:		Als Rückstand:	
Kook		Holzkohle . .	C	Stickstoffhaltige Kohle	NC
x	C,H,O,S,N.	x	C,H,O.	x	C,H,O,S,N.

Auch hier kommen, ähnlich wie bei der Fäulniß, die Produkte der einen Reihe unter den Produkten der andern Reihe vor, jedoch stets in untergeordneter Menge.

Im Allgemeinen treten zuerst die wasserstoffhaltigen Produkte auf, wie Essigsäure, Holzgeist, flüchtige Oele und ammoniakhaltiges Wasser, die jedoch alsbald zum Theil zerfallen, wodurch immer einfachere Verbindungen entstehen, wie die Kohlenwasserstoffgase, Kohlensäure und Kohlenoxyd. Der in jedem dieser Beispiele auftretende Theer ist kein Körper von bestimmter chemischer Zusammensetzung, sondern ein Gemenge von vielen Stoffen, namentlich von flüchtigem Oel, sogenanntem Brandharz, und ist schwarz gefärbt durch Kohle. Mehrere der in ihm enthaltenen Körper sind ihrer Eigenschaften und Anwendungen wegen Gegenstand der Fabrikation geworden. So gewinnt man aus demselben durch Destillation mit Wasser das flüchtige Theeröl, welches als Brennmaterial und zum Auflösen des Kautschuks dient.

Der Theer und das Theeröl aus Thierkörpern sind jedoch wegen ihres durchdringend stinkenden Geruchs kaum einer Anwendung fähig.

Die Benutzung der Kohlenwasserstoffgase als Beleuchtungsmittel ist uns schon in §. 56 näher bekannt geworden. Das Naphtalin ist ein in perlmutterglänzenden Schuppen krystallisirender Bestandtheil, namentlich des Steinkohlentheers, von eigenthümlichem, nicht unangenehmem Geruche, welchen auch der Kienruß besitzt, da er etwas von diesem Körper enthält. Das Kreosot ist eine ölartige farblose Flüssigkeit, die ebenfalls aus dem Theer abgeschieden wird und im höchsten Grade den Geruch des Rauchs besitzt. Es hat einen brennenden Geschmack und hindert in gewissem Grade die Fäulniß und die Gährung.

Das Ammoniak und seine wichtigen Verbindungen, welche die Destillation der Thierkörper liefert, sind im §. 78 beschrieben worden. Die rohe destillirte Flüssigkeit, welche dasselbe enthält, wird unter dem Namen Hirschhorngeist in der Medicin angewendet.

Der Holzessig dient zur Darstellung von Essigsäure und essigsauren Salzen, namentlich des essigsauren Bleioxyds. Wegen seines eigenthümlichen Kreosotgeschmacks wird er zu Speisen nicht benutzt. Er besitzt jedoch, wie überhaupt fast alle Produkte der trockenen Destillation, die Fäulniß und Gährung hindernde Eigenschaften.

Der Holzgeist ($C_2H_8O_2$) hat in seinen chemischen Eigenschaften die größte Uebereinstimmung mit dem Weingeist. Er ist farblos, von nicht unangenehmem Geruche, und wird als Brennmaterial benutzt, namentlich in England, wo der Weingeist sehr theuer ist.

Natürliche Destillationsprodukte.

§. 171. Die Lehre vom Bau und der Entstehung der Erdrinde zeigt, daß zu verschiedenen Epochen die oberen Erdschichten von unten heraufsteigenden Strömen

glühender Mineralmassen durchbrochen worden sind. An den Stellen, wo diese heißen Flüsse in Berührung mit jenen Erdschichten kamen, mußten diese letzteren je nach ihrer Beschaffenheit mehr oder weniger verändert werden. Geschah dies z. B. in der Nachbarschaft von Steinkohle, so konnte durch den Einfluß der großen Hitze dieselbe gerade so umgewandelt werden und zur Entstehung ähnlicher Produkte Veranlassung geben, als ob sie wie Seite 338 der trockenen Destillation unterworfen worden wäre. Mit Grund ist der Anthracit (§. 52) als der Rückstand der Einwirkung von Hitze auf Steinkohle anzusehen, da derselbe eben so wenig Wasserstoff und Sauerstoff enthält als Kook, von der er sich wegen des bei seiner Bildung mitwirkenden Druckes, durch Mangel an Porosität, unterscheidet. Die Stelle des künstlich erzeugten Steinkohlentheers vertritt das

Steinöl (CH).

An vielen Orten, namentlich in der Nähe der Vulkane, dringen aus der Erde kleine Quellen eines gelben, braunen bis schwarzen Oeles, das Steinöl oder Bergnaphta genannt wird, und theils in der Medicin, theils in den Gewerben, ähnlich wie die flüchtigen Theeröle, angewendet wird. An anderen Orten ist die Erde von solchem Oele durchdrungen, so daß es durch Destillation von derselben getrennt werden kann.

Ebenso findet sich natürlicher Theer, der den Namen Asphalt oder Judenpech (Bitumen) hat, und entweder noch weich oder vollständig erhärtet ist Derselbe dient zu mancherlei Zwecken, zum Betheeren, als Brennmaterial, Kitt, schwarze Farbe für Eisen und Firnisse, und mit gröblichem Sande vermischt, zur Anfertigung der Asphaltplatten, mit welchen man Dächer und Fußwege bedeckt. Zu denselben Zwecken kann begreiflicher Weise auch der künstlich gewonnene Theer dienen, wenn ihm durch Destilliation mit Wasser das Theeröl entzogen worden ist.

Indem wir hiermit die Darstellung der chemischen Erscheinungen abschließen, werde nicht verhehlt, wie Vieles kaum angedeutet und noch Mehreres gar nicht erwähnt wurde, was für Denjenigen, der die Chemie um eines Gewerbes oder um wissenschaftlicher Erkenntniß willen ergreift, nützlich oder wesentlich ist, und welche darum aus den im Anfange bezeichneten reicheren Quellen schöpfen müssen.

Das gilt namentlich in Beziehung auf den letzteren Theil, auf die Darstellung der Verbindungen der zusammengesetzten Gruppen. Die Schwierigkeiten, welche diese organischen Verbindungen der wissenschaftlichen Auffassung entgegensetzten, sind erst in diesem Jahrhundert überwunden worden.

Erfreulich ist es, daß wir uns sagen können, daß gerade Deutschland an diesem Theile des chemischen Gebäudes am werkthätigsten und erfolgreichsten mit bauen half, und so wird es von Interesse sein, diesen Abschnitt mit einer Ansicht des chemischen Laboratoriums zu Gießen geschlossen zu sehen, wo Liebig seit fünf und zwanzig Jahren durch seine eigenen und die unter seiner Mitwirkung und Leitung von Freunden und Schülern gemachten Untersuchungen die Wissenschaft auf das Wesentlichste förderte.





Mineralogie.

»In das ew'ge Dunkel nieder
Steigt der Knappe, der Gebieter
Einer unterird'schen Welt.
Er, der stillen Nacht Gefährte,
Athmet tief im Schooß der Erde,
Den kein Himmelslicht erhellt.
Neu erzeugt mit jedem Morgen
Geht die Sonne ihren Lauf.
Ungestört ertönt der Berge
Uralt Zauberwort: Glück auf!«
Theodor Körner.

Hülfsmittel: Kopp, Hermann, Einleitung in die Krystallographie. Mit 21 Kupfertafeln u. 7 Steintafeln. gr. 8. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn. 3 Thlr. 16 Sgr.
Blum, J. R. Lehrbuch der Oryktognosie, 2t Aufl. Mit 300 eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Stuttgart, Schweizerbart, 1845. 2 Thlr.
Cotta, B., Anleitung zum Studium der Geognosie und Geologie. 2te Auflage mit eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Dresden, Arnold, 1846.
Walchner, F. A., Handbuch der gesammten Mineralogie in technischer Beziehung zum Gebrauche bei seinen Vorlesungen und zum Selbststudium. 2 Bände. Mit 14 Steintafeln. gr. 8. Karlsruhe, Groos, 1829 u. 1832. 6 Thlr. 16 Sgr.
Vogt, C., Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde 2 Bde. 2te Aufl. Mit 1186 in den Text eingedruckten Holzschnitten u. 16 Kupfertafeln. gr. 8. Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn. Preis 7 Thlr. 8 Sgr.
Leonhard, K. C. von, Geologie oder Naturgeschichte der Erde, auf allgemein faßliche Weise abgehandelt. Mit Stahlstichen. 8. Stuttgart, Schweizerbart.
Petzold, A., Geologie. 2te Auflage. Mit 68 eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Leipzig, Lorck, 1845. 4 Thlr.

---

§. 1. Die Mineralogie ist die Wissenschaft der in ihrer Masse gleichartigen Gegenstände der Erde, die wir Minerale nennen.

Dieselben erscheinen insofern gleichartig, als am Minerale ein Theil dem anderen vollkommen gleich ist. Niemals trifft man an demselben jene eigen-

thümlichen Gebilde, welche **Organe** heißen, und bei Pflanzen und Thieren gewisse Zwecke erfüllen, die nothwendig sind, damit der Gegenstand als solcher bestehe. Daher heißen auch die Minerale **unorganische** Körper. Es ist darum gleichgültig, ob wir große oder kleine Massen eines Minerals betrachten. Ein faustgroßes Stück Sandstein giebt uns eine ebenso gute Vorstellung von dessen besonderen Eigenschaften als ein großer Block, als ein Sandsteingebirge. Ein Bergkrystall, der eine Linie lang ist, erscheint ebenso vollkommen, als ein anderer, der die Länge eines Fußes hat.

§. 2. Wir haben in §. 3 und 9 der Chemie gesehen, daß die ganze Erdmasse die Summe von nur etlichen sechszig einfachen Stoffen oder Elementen ist. In Folge der jenen Stoffen einwohnenden chemischen Verwandtschaft sind diese in mannichfachster Weise mit einander verbunden, und nur selten als einfache Stoffe anzutreffen. Von dieser Betrachtung ausgehend, ist die Mineralogie zunächst nichts Anderes, als die Lehre von den in der Natur vorkommenden chemischen Verbindungen. In der That ist dieses auch theilweise der Fall, und in der Chemie haben wir bereits eine Anzahl solcher natürlicher chemischer Verbindungen näher kennen gelernt, und auf andere hingewiesen.

Doch in der großen Werkstatt der Natur wirkte auf die Elemente und ihre Verbindungen nicht allein die chemische Anziehung. Eine Menge von Kräften und Einflüssen traten mit oder nach derselben auf, und so treffen wir denn auf Reihen mineralischer Gebilde, die sich vom chemischen Gesichtspunkte allein weder an sich, noch im Verhältniß zu anderen auffassen und erklären lassen.

§. 3. Die Minerale erscheinen demnach in zwei Hauptgruppen, die sich wohl von einander unterscheiden. Ein Theil derselben hat nämlich alle Eigenschaften vollkommen ausgebildeter chemischer Verbindungen, was sich namentlich durch ihre bestimmte chemische Zusammensetzung und Krystallform ausspricht. Man nennt dieselben die eigentlichen oder **einfachen** Minerale, und ihre Wissenschaft **Mineralogie** im engeren Sinne oder **Oryktognosie**. Schon die Begränzung derselben durch eine bestimte Krystallform deutet an, daß sie niemals als große Massen auftreten.

Eine andere Reihe von Mineralen hat dagegen einen wesentlich verschiedenen Charakter. Sie sind entweder geradezu wohlerkennbare Gemenge einfacher Minerale, oder, wenn sie auch in ihrer chemischen Zusammensetzung jenen ähnlich sind, so ist doch niemals die Krystallform an ihnen vollkommen ausgebildet. Sie treten deshalb nicht als abgegränzte Einzelheiten auf, sondern stets in mehr oder minder bedeutenden Massen. Dieselben werden mit dem Namen der **gemengten Minerale, Gesteine** oder **Felsarten** bezeichnet, und da sie nicht allein an sich, sondern auch in ihrem Verhalten gegen einander und zur Erdmasse, sodann in ihrer Entstehung und Bildung der Betrachtung werth erscheinen, so macht dies den zweiten Theil dieser Wissenschaft, die **Geognosie** mit der **Geologie** aus.

I. Die Lehre von den einfachen Mineralen.

Oryktognosie.

Die erste Anforderung, die wir an die Mineralogie machen, ist die, daß sie uns sichere Merkmale angebe, woran die Minerale sich erkennen und als besondere Arten bestimmen lassen. Von jeher hat man verschiedene Kennzeichen aufgestellt, wonach dieselben unterschieden und geordnet werden. Solche sind vorzugsweise: 1) die Gestalt; 2) die physikalischen und 3) die chemischen Eigenschaften der Minerale. Erst nachdem man sich über diese verständigt hat, kann man beginnen, mit ihrer Hülfe die Beschreibung der Minerale zu versuchen. §. 4.

1. Gestalt der Minerale.

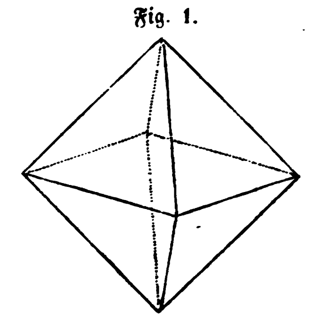
Wir haben sowohl in der Physik §. 19 als in der Chemie §. 29 gesehen, daß die kleinsten Theilchen der chemischen Verbindungen sich in bestimmten Richtungen anziehen und ordnen, so daß regelmäßige Körper entstehen, die man Krystalle nennt. Man unterscheidet an denselben die Seiten oder Flächen, sodann die Kanten, d. h. diejenigen Linien, an welchen je zwei Flächen sich berühren, und endlich die Spitzen oder Ecken, welches die Punkte sind, wo drei oder mehr Flächen zusammenstoßen. Es giebt keinen Krystall, der weniger als 4 Flächen, 4 Ecken und 6 Kanten hat, die meisten haben deren eine größere Anzahl. §. 5.

Da nun ein und dasselbe Mineral mit geringen Ausnahmen stets nur in einer bestimmten Hauptform krystallisirt, so ist diese ein sehr wichtiges und sicheres Erkennungsmittel der Minerale überhaupt. Aber wie mannichfaltig sind diese Krystallformen! Man betrachte nur eine Sammlung von Mineralen und Hunderte verschiedener Formen werden dem Auge sich darbieten. Indessen lassen sich alle diese abweichenden Gestalten auf einige wenige, sogenannte Grundformen zurückführen, von denen sie abgeleitet sind. Diese Grundformen, deren es sechs sind, bilden dann mit den daraus abgeleiteten Formen gleichsam sechs Krystallfamilien oder Systeme, die das Bereich einer besonderen Lehre, der Krystallographie, ausmachen. Eine Ausführung derselben ist uns hier nicht gestattet, doch wollen wir wenigstens die Grundformen und einige der wichtigsten abgeleiteten kennen lernen. Zugleich werde angedeutet, wie die Krystallform beschrieben und auf welche Weise die Ableitung aus der Grundform vorgenommen wird.

Grundformen der Krystalle.

§. 6. 1) Der regelmäßige **Achtflächner** (Oktaeder; vierseitige Doppel-Pyramide), Fig. 1. Derselbe ist von 8 gleichen und gleichseitigen Dreiecken eingeschlossen und hat 12 Kanten und 6 Ecken. Denkt man sich die einander gegenüberliegenden Ecken durch eine Linie verbunden, so stellt diese eine sogenannte Axe des Krystalls vor. Der Achtflächner hat demnach drei solcher Axen, die einander gleich sind und sämmtlich rechtwinklig sich schneiden. Durch dieses Verhalten der Axen ist die ganze Form des Krystalls bedingt. Setzen wir in der That ein sogenanntes Axenkreuz etwa aus drei gleich langen Stricknadeln rechtwinklig zusammen, so bezeichnen die Endpunkte derselben die Spitzen eines regelmäßigen Achtflächners.

Fig. 1.

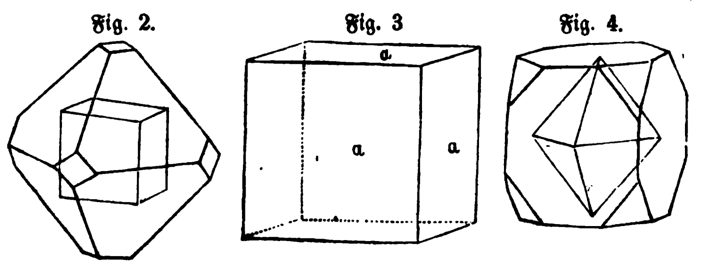


Die unregelmäßigen Achtflächner, die ebenfalls Grundformen sind, lassen sich am leichtesten durch solche Axenkreuze bezeichnen. Entweder sind ihre Axen von verschiedener Länge, oder sie schneiden sich nicht rechtwinklig oder es findet Beides zugleich Statt.

Bei der Betrachtung und Beschreibung eines Krystalls giebt man demselben immer eine solche Stellung, daß eine der Axen senkrecht vor dem Beobachter steht und **Hauptaxe** genannt wird, während die übrigen Nebenaxen heißen. Bei gleichen Axen kann eine jede zur Hauptaxe genommen werden. Bei ungleichen Axen nimmt man in der Regel die längere als Hauptaxe an.

§. 7. Die **abgeleiteten** Formen des Achtflächners, wie überhaupt der Krystalle, entstehen dadurch, daß man durch Schnitte gewisse Theile der Grundform in regelmäßiger Weise hinwegnimmt oder hinweggenommen sich denkt. Hierzu einige Beispiele, die man sich am klarsten macht, indem man aus einer Kartoffel oder Rübe solche Formen schneidet. Nehmen wir bei Fig. 2 am Achtflächner

Fig. 2. Fig. 3 Fig. 4.



durch parallele Schnitte die Ecken hinweg, so bleibt endlich ein Würfel übrig.

Der **Würfel** oder Sechsflächner, Fig. 3, hat 6 gleiche quadratische Flä-

chen, 8 Ecken und 12 Kanten. Durch Hinwegnahme seiner Ecken, wie in Fig. 4, erhalten wir aus demselben wieder einen regelmäßigen Achtflächner. Man sieht hieraus, wie diese Formen in bestimmten Beziehungen zu einander stehen, und deshalb einem gemeinschaftlichen Systeme angehören, das vorzugsweise das regelmäßige genannt wird.

So lassen sich denn durch verschiedene Schnitte eine Menge abgeleiteter Formen erhalten. Entweder werden die Schnitte nur theilweise ausgeführt, und erscheinen dann als Enteckung und Entkantung der Grundform. So ist Fig. 5

Fig. 5.

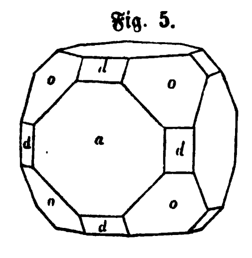
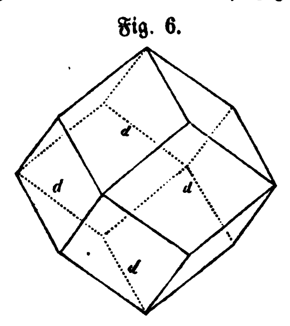


Fig. 6.



ein seiner Kanten und Ecken beraubter Würfel. Führt man an diesem die Entkantung in regelmäßiger Weise weiter, so erhält man Fig. 6 den Rauten-Zwölfflächner, dessen zwölf gleiche Flächen Rauten (Rhomben) sind.

Die Halbflächner bilden eine andere Reihe abgeleiteter Formen. Sie entstehen, wenn nicht alle Ecken oder Kanten einer Grundform hinweggenommen werden, sondern nur die abwechselnd je einander gegenüberliegenden. So ist die dreiseitige Pyramide (Tetraeder) Fig. 7 der Halbflächner des Achtflächners. Auch der Fünfeck-Zwölfflächner (Pentagon-Dodekaeder) ist eine auf ähnliche Weise abgeleitete Gestalt (Fig. 8).

Fig. 7.

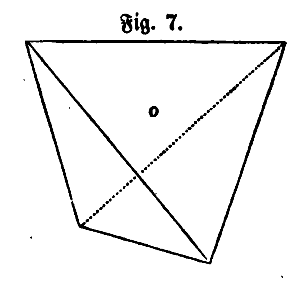


Fig. 8.

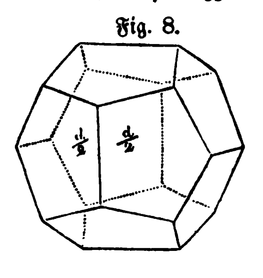
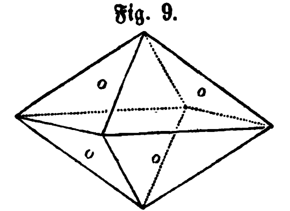


Fig. 9.



§. 8. Die zweite Grundform ist: der Quadrat-Achtflächner (Fig. 9); er hat 3 Axen, die sich rechtwinklig schneiden, von welchen zwei einander gleich sind, die dritte jedoch ist länger

oder kürzer, als diese beiden. Der mittlere Durchschnitt desselben ist ein Quadrat. Durch Abstumpfung seiner Kanten erhält man eine quadratische Säule (Prisma), Fig. 10. Solche Säulen können wieder auf verschiedene Weise zugespitzt, entkantet und enteckt sein.

Fig. 10.

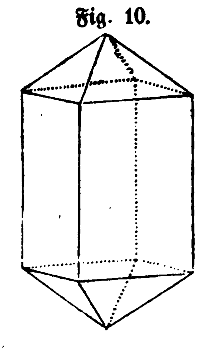
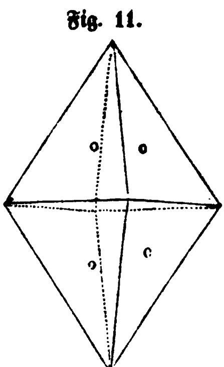


Fig. 11.



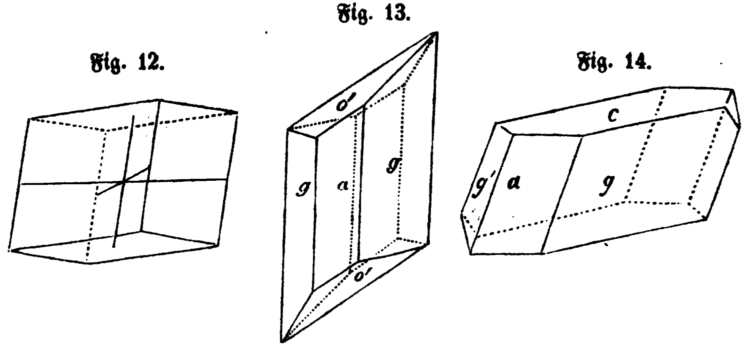
Die dritte Grundform (Fig. 11) ist der Rauten-Achtflächner (Rhomben-Oktaeder), an welchem die drei Axen rechtwinklig zu einander, aber ungleich sind. Der mittlere Querschnitt dieses Oktaeders ist eine Raute. Es ist dieses unter anderen die Krystallform des Schwefels. Durch Entkantung werden davon die rautigen oder rhombischen Säulen (Prismen) abgeleitet.

Die vierte Grundform ist ein Achtflächner, der drei ungleiche Axen hat, von welchen zwei sich in schiefen Winkeln schneiden, die jedoch zur dritten Axe rechtwinklig sind, wie dies Fig. 12 andeutet. Dieser Achtflächner kommt z. B.

Fig. 13.

Fig. 12.

Fig. 14.



beim Augit vor, häufiger nur in seinen abgeleiteten Formen, namentlich als schiefe, rautige Säule, z. B. beim Gyps (Fig. 13).

Die fünfte Grundform ist ein Achtflächner, dessen sämmtliche Axen ungleich sind und in schiefen Winkeln sich schneiden. Auch von diesem finden sich nur die abgeleiteten Formen, wie namentlich Fig. 14, welches die des schwefelsauren Kupferoxyds vorstellt.

In Fig. 15 u. 16 sehen wir zwei abgeleitete Formen, wie sie nicht allein im Mineralreich, sondern auch an chemischen Präparaten häufig vorkommen.

Fig. 15.

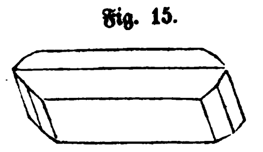
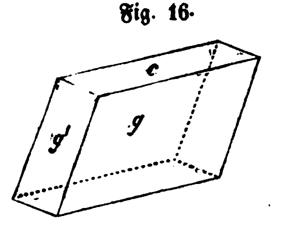


Fig. 16.



Es sind dieses die sogenannten tafelförmigen Krystalle oder Platten, die theils gerade Endflächen haben, wie Fig. 16, theils an der Seite zugeschärft sind, Fig. 15.

Die sechste Grundform, Fig 17, ist die sechsseitige Doppelpyramide (Hexagonal-Dodekaeder).

Dieses System, das auch Sechseck- oder Hexagonalsystem genannt wird,

Fig. 17.

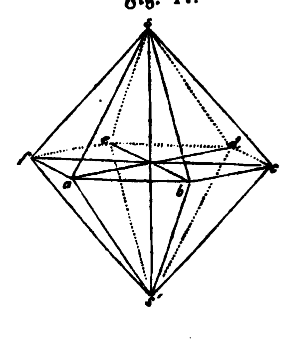
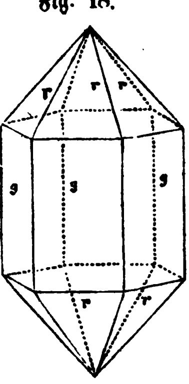
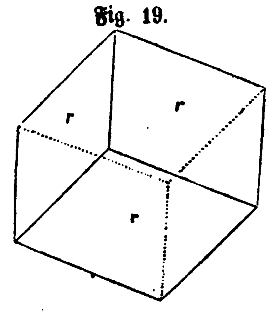


Fig. 18.



ist das einzige mit vier Axen. Drei von diesen sind unter einander gleich, und schneiden sich unter spitzen aber gleichen Winkeln. Die vierte oder Hauptaxe ist jenen ungleich und schneidet sie rechtwinklig. Hiervon abgeleitet ist unter anderen die schöne sechsseitige Säule (Fig. 18.) und als Halbflächner das Rhomboeder oder der Rauten-Sechsflächner, da er von sechs gleichen Rauten eingeschlossen ist. (Fig. 19.)

Fig. 19.



§. 9. Ein und dasselbe Mineral kommt nun häufig in sehr verschiedenen Krystallgestalten vor, allein alle diese gehören stets einem und demselben Systeme an, das heißt, sie lassen

sich irgendwie auf eine und dieselbe Grundform zurückführen. Die Bestimmung der Krystallform bietet jedoch häufig bedeutende Schwierigkeit. Theils liegt dies in der Aehnlichkeit, die manche Formen mit einander haben, und die oft nur durch die genauesten Messungen der Kanten und Winkel der Krystalle unterschieden werden kann, oder sie beruht darauf, daß in den seltensten Fällen die Krystalle so regelmäßig und deutlich ausgebildet sich finden, wie die Zeichnung sie darstellt. In der Regel waren Hindernisse vorhanden, die eine vollkommene Ausbildung des Krystalls nach allen Seiten hin nicht zuließen. Da ist denn oft nur die eine Hälfte, oft nur eine Kante oder Ecke oder Fläche zu Stande gekommen, das Uebrige fehlt oder ist in anhängender fremder Masse versteckt. Die regelmäßigsten Formen erscheinen oft ganz unregelmäßig, indem nur nach der einen Richtung die Verhältnisse der Krystallbildung besonders günstig waren. Die Uebung überwindet jedoch einen großen Theil dieser Schwierigkeiten. Eine wesentliche Erleichterung zum Studium dieser Formen sind die sogenannten Krystallmodelle, die man aus Pappe sich selbst anfertigen kann, und welche die wichtigsten jener Formen darstellen.

Unvollkommene Krystallbildungen erhalten allerlei leicht verständliche Benennungen, als Täfelchen, Blättchen, Nadeln, Spieße u. s. w.

Als krystallinische Masse oder Aggregat erscheint ein Mineral, wenn es aus lauter kleinen, unordentlich und dicht neben einander gelagerten Krystallen besteht. So z. B. ist der Kalkspath deutlich krystallisirter, der Marmor dagegen krystallinischer Kalk. Wenn ein Mineral oder Gestein gar keine krystallinische Anordnung seiner Theilchen mehr erkennen läßt, so nennt man dasselbe dicht. Krystall-Drusen heißen die mit Gruppen von Krystallen ausgekleideten Zwischenräume mancher Gesteinsmassen (vergl. §. 81.)

B. Physikalische Eigenschaften der Minerale.

§. 10. Da die Form nicht immer ausreicht, um ein Mineral zu bestimmen, so hat man noch andere Merkmale zu Hülfe genommen, wie namentlich den Zusammenhang, die Dichte und die Farbe der Minerale und ihr weiteres Verhalten zum Lichte, sowie zur Elektricität und zum Magnetismus. Man versteht hierunter die physikalischen Eigenschaften des Minerals.

Zusammenhang (Cohärenz).

§. 11. Nur zwei Minerale sind flüssig; die große Mehrzahl derselben ist fest, und an diesen hat man besonders die Spaltbarkeit, den Bruch und die Härte zu berücksichtigen.

Spaltbar ist ein Mineral, wenn es eine krystallinische Bildung hat. In diesem Falle sind seine kleinsten Theilchen in bestimmter Weise gelagert, so daß sie nach einer Richtung weniger Zusammenhang zeigen als nach der anderen, etwa so wie Holz der Länge nach sich leichter spalten läßt, als in der

Quere. Natürlich giebt es verschiedene Stufen der Spaltbarkeit, denn es läßt sich z. B. der **Glimmer** in die dünnsten Blättchen spalten. Durch die Spaltung entstehen immer mehr oder minder ebene Flächen.

Der **Bruch** oder die Bruchfläche kommt da zum Vorschein, wo ein unspaltbares Mineral oder ein spaltbares, der Spaltungsrichtung entgegen, gewaltsam zertheilt wird. Er hat bei vielen Mineralen ein sehr charakteristisches Ansehen, denn er ist entweder **eben** oder **uneben**, oder **muschlig**, wie z. B. beim Feuerstein. Auch ist er **splitterig**, **hakig** oder zackig und endlich ist er sehr oft **erdig**, wie bei der Kreide und vielen anderen.

§. 12 Die **Härte** der Minerale wird bei ihrer Beschreibung besonders berücksichtigt. Manche sind so hart, daß die beste Feile sie nicht angreift, andere so wenig hart, daß man sie mit dem Fingernagel ritzen kann. Dazwischen liegen denn viele Stufen, die sich nicht wohl beschreiben lassen. Man hat daher ein anderes Mittel erdacht, um den Härtegrad verschiedener Minerale ziemlich genau zu bezeichnen. Von zwei Mineralen ist natürlich dasjenige das härtere, welches fähig ist, das andere zu ritzen, ohne von diesem selbst geritzt zu werden. Man hat nun zehn bekannte Minerale zu einer sogenannten **Härtescala** in der Weise neben einander gestellt, daß jedes derselben sein vorhergehendes ritzt, von seinem folgenden aber selbst geritzt wird. Hierdurch erhält man vom weichsten, dem Talk, bis zum härtesten, dem Diamant, 10 Härtegrade, die durch die entsprechenden Nummern bezeichnet werden. Diese sind nun:

Härte	1. = Talk;	6. = Feldspath;
	2. = Gyps, oder Steinsalz;	7. = Quarz;
	3. = Kalkspath;	8. = Topas;
	4. = Flußspath;	9. = Korund;
	5. = Apatitspath;	10. = Diamant.

Heißt es nun z. B., ein gewisses Mineral hat die Härte 7, so wissen wir, daß es die des Quarzes ist. Im Allgemeinen ist es leicht zu bemerken, daß eine niedere Zahl eine geringe, die höhere Zahl die größere Härte bezeichnet.

Die Dichte der Minerale.

§. 13 Die Dichte oder das specifische Gewicht eines Körpers ist, wie die Physik §. 34. lehrte, das Gewicht eines Raumtheiles desselben, verglichen mit dem Gewicht eines gleichen Raumtheiles Wasser. So ist die Dichte des Bleies = 11, da ein Kubikzoll Blei 11mal so viel wiegt, als ein Kubikzoll Wasser. Es wurde dort bereits der Werth der Kenntniß der specifischen Gewichte angedeutet, denn da unter gleichen Umständen ein Körper stets eine und dieselbe Dichte hat, so ist sie ein sehr wesentliches Merkmal, namentlich der Minerale. Man hat deshalb mit der größten Sorgfalt und wiederholt die Bestimmung ihrer Dichten und zwar in der Regel bei + 14° R. vorgenommen. Aus den Angaben der Chemie können wir jetzt schon im Allgemeinen entnehmen, daß Minerale, welche eine größere Dichte besitzen, schwere Metalle enthalten.

Das Verhalten der Minerale zum Licht.

§. 14. Als eine große Mannichfaltigkeit verschiedener Körper besitzen die Minerale ein sehr verschiedenes Verhalten zu den Lichtstrahlen, indem manche sie durchlassen und zugleich ablenken oder brechen, und andere dieselben in besonderer Weise zurückwerfen. Dahin gehören die Durchsichtigkeit, das Brechungsvermögen, der Glanz und die Farbe der Minerale.

Die Durchsichtigkeit ist entweder vollkommen, was namentlich bei wohl ausgebildeten Krystallen der Fall ist, und wenn sie an einem Mineral zugleich mit Farblosigkeit auftritt, so wird dasselbe wasserhell genannt. Geringere Grade der Durchsichtigkeit bezeichnet man durch die Ausdrücke; halbdurchsichtig, durchscheinend, an den Kanten durchscheinend, bis undurchsichtig.

Das Lichtbrechungsvermögen (Physik §. 161) kann natürlich nur an vollkommen durchsichtigen Krystallen beobachtet werden. Es ist sehr verschieden, indem z. B. die Edelsteine das Licht sehr stark brechen, während dies bei anderen Mineralen nur in geringem Grade der Fall ist. Eigenthümlich ist die sogenannte doppelte Strahlenbrechung. Viele Minerale brechen nicht allein den einfallenden Lichtstrahl, sondern trennen ihn in zwei Theile, die in besonderen Richtungen weiter gehen, so daß man von einem Gegenstand, z. B. einem schwarzen Strich, den man in gewisser Richtung durch den Krystall betrachtet, zwei Bilder sieht. Der isländische Kalkspath ist das bekannteste Mineral, bei welchem die doppelte Strahlenbrechung besonders deutlich sichtbar ist.

§. 15. Der Glanz der Minerale ist abhängig von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche. Er ist um so vollkommener, je mehr diese sich der Beschaffenheit eines Spiegels nähert. Feine Risse, Unebenheiten ꝛc. bedingen jedoch besondere Eigenthümlichkeiten des Glanzes, daher dieser nach Art und Stärke eine besondere, leicht verständliche Bezeichnung erhielt.

So unterscheidet man: Metallglanz, Diamantglanz, Glasglanz, Wachs- oder Fettglanz, Perlmutterglanz und Seidenglanz. Man bezeichnet ferner die Minerale als starkglänzend, glänzend, wenig glänzend, schimmernd und matt, welch Letzteres z. B. beim erdigen Bruch der Fall ist.

Die Farbe wird bei den Mineralen durch die Ausdrücke angegeben, deren wir uns gewöhnlich zu ihrer Bezeichnung bedienen. Als sogenannte Hauptfarben sind Weiß, Grau, Schwarz, Blau, Grün, Gelb, Roth, Braun angenommen, zwischen welchen nun eine Menge von Mischfarben in allen möglichen Abstufungen liegen. Man hat für diese eine sogenannte Farbenscala, ähnlich wie die Härtescala entworfen, indem man die Farbe eines bestimmten Minerals mit einem besonderen Namen bezeichnete.

Besonders bemerkenswerth erscheint noch der Strich eines Minerals,

d. h. diejenige Farbe, die zum Vorschein kommt, wenn man dasselbe mit einem härteren Körper ritzt, oder wenn man es auf einem weißen Körper streicht. Dieser Strich ist in der Regel heller, als die Farbe des Minerals, wie z. B. der Manganit fast schwarz ist, auf Papier aber einen braunen Strich giebt. Oefter stimmt die Farbe des Minerals mit der seines Striches überein, häufig aber geben lebhaft gefärbte Minerale ganz blasse oder selbst farblose Pulver.

Manche andere Farbenerscheinungen, wie das Schillern oder Opalisiren und das Spielen in Regenbogenfarben oder Irisiren kommen weniger häufig vor. Einige Minerale haben die Eigenschaft, unter gewissen Umständen, z. B. wenn sie etwas erwärmt oder längere Zeit von der Sonne bestrahlt werden, im Dunkeln einen schwachen Lichtschein zu verbreiten, was man das Phosphoresciren nennt.

Verhalten der Minerale zu Elektricität und Magnetismus.

§. 16 Die Physik lehrt uns (§. 175.), daß alle Körper zwei Gruppen bilden, von welchen die eine solche Körper enthält, die beim Reiben elektrisch werden, während dies bei den anderen nicht der Fall ist. Die ersteren werden daher selbstelektrische, die letzteren unelektrische Körper genannt. Die elektrischen Körper sind Nichtleiter, die unelektrischen dagegen Leiter der Elektritität. Zu welcher Gruppe nun ein Mineral gehöre, läßt sich leicht durch Reiben desselben und Annäherung an das elektrische Pendel nachweisen. Im Allgemeinen gehören die Minerale, die schwere Metalle enthalten, zu den unelektrischen Leitern, während die Nichtmetalle und die Verbindungen der leichten Metalle solche Minerale bilden, beim Reiben elektrisch werden und Nichtleiter oder Halbleiter sind.

Magnetische Eigenschaften zeigen verhältnißmäßig nur wenig Minerale. Es sind dies, wie aus §. 192. der Physik hervorgeht, vorzugsweise diejenigen, welche Eisen enthalten. Die Annäherung des Minerals an die Magnetnadel giebt sein Verhalten leicht zu erkennen.

Verhalten der Minerale zu Geruch, Geschmack und Gefühl.

§. 17. Bei weitem die Mehrzahl der Minerale ist ohne besonderen Geruch Bei einigen ist derselbe jedoch vorhanden und sehr bezeichnend. Er rührt alsdann meist von eingemengten Stoffen, namentlich von Steinöl (Chemie §. 171.) her, und wird mitunter erst fühlbar, wenn das Mineral geschlagen oder gerieben oder angehaucht wird. Beim Erwärmen verbreiten mehrere, wie arsen- und schwefelhaltige, einen eigenthümlichen Geruch in Folge chemischer Veränderung.

Geschmack haben natürlich nur die in Wasser löslichen Minerale, welche die Minderzahl bilden. Er hängt von den chemischen Bestandtheilen ab, und er ist daher rein salzig beim Steinsalz, bitter bei den Magnesia- oder Bittererdesalzen, kühlend bei den salpetersauren Salzen u. s. w.

Beim Anfühlen verhalten sich manche Minerale eigenthümlich, indem sie entweder rauh sich anfühlen, wie namentlich Lava-Gestein, oder fettig, was beim Speckstein oder Talk der Fall ist. Einige, wie z. B. die Edelsteine, fühlen sich kalt an. Manche Minerale besitzen die Eigenschaft, Wasser mehr oder minder einzusaugen, und es giebt deren, die Letzteres mit solcher Stärke thun, daß sie am befeuchteten Finger oder an der Zunge hängen bleiben oder kleben, wenn sie damit berührt werden, was hauptsächlich die Thone thun.

3. Chemische Eigenschaften der Minerale.

§. 18. Da wir die Minerale als in der Natur gebildet vorkommende chemische Verbindungen bezeichnet haben, so müssen sie folgerichtig die ihren Bestandtheilen angemessenen Eigenschaften haben, die sich namentlich bei der Zersetzung zu erkennen geben. Ebenso bedienen wir uns zur Bezeichnung derjenigen Minerale, die in der That eine bestimmte chemische Zusammensetzung haben, mit Bequemlichkeit und Zweckmäßigkeit der chemischen Formeln. Es ist uns daher von Vortheil, schon mit der Chemie bekannt geworden zu sein, auf die wir hier fast bei jedem Schritte hingewiesen werden.

Wenn also Gestalt und physikalische Kennzeichen nicht ausreichen, um ein Mineral zu erkennen und zu bestimmen, so nimmt man chemische Einwirkungen zu Hülfe. Die Fragen, die der Mineralog an die Chemie stellt, sind nun zweierlei: erstlich: welche Stoffe sind in dem Minerale enthalten, und dann, wie viel ist von jedem vorhanden.

Die Beantwortung der letzteren Frage erfordert eine vollständige Zerlegung des Minerals in seine Bestandtheile und genaue Wägung der letzteren, welche Operation als quantitative Analyse bezeichnet wird. Sie erfordert stets einen großen Aufwand von Zeit und Sorgfalt.

Die qualitative Analyse ist das Verfahren, das nur beantwortet, welche Stoffe irgend ein Körper enthält, und ist in der Regel rascher ausführbar, namentlich für den Mineralogen, der ja noch andere Hülfsmittel der Erkennung hat. Er bedient sich deshalb so viel als möglich nur der einfachsten chemischen Hülfsmittel, die er leicht überall hin mitnehmen und handhaben kann, und wählt vorzugsweise die zersetzende Eigenschaft der Wärme, und die auflösende des Wassers und der Säuren. Die Zuziehung der ersteren heißt eine Untersuchung auf trockenem, die der letzteren auf nassem Wege.

Verhalten der Minerale zur Wärme.

§. 19. Der Mineralog wendet die Wärme in verschiedenen Graden der Steigerung, vom bloßen gelinden Erwärmen bis zur stärksten Glühhitze, an. Um letztere hervorzubringen, dient das Löthrohr, welches eine Röhre von Messing ist, die in eine Spitze mit enger Oeffnung endigt. Das entgegengesetzte Ende heißt Mundstück, weil es in den Mund genommen und mittels dessen Luft durch das Löthrohr geblasen wird. Die Röhre hat etwa die Länge von 8 bis 10 Zoll und ist am Ende etwas gebogen. Indem man nun vermittels des Löthrohrs in die Flamme eines Talglichtes oder einer Oellampe bläst, erreicht man im Kleinen, was der Schmied durch den Blasebalg bezweckt, nämlich die Erzeugung einer starken Hitze auf einem beschränkten Raume. Die Lichtflamme erhält durch das Löthrohr eine kegelförmig zugespitzte Gestalt, und in diese Löthrohrflamme bringt man jetzt kleine Stückchen oder sogenannte Löthrohrproben des zu untersuchenden Minerals. Entweder wird die Probe in einer kleinen Zange mit Platinspitzen gehalten, oder man legt sie auf ein Stück wohl ausgebrannter Holzkohle. Bei gelindem Erwärmen legt man häufig die Probe in eine Glasröhre und erwärmt diese ohne Hülfe des Löthrohrs an einer Weingeistlampe.

§. 20. Bei diesen Versuchen wendet man nun seine Hauptaufmerksamkeit auf die Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit der Probe und darauf, ob sie der Löthrohrflamme eine besondere Farbe ertheilt.

Die Schmelzbarkeit der Minerale ist sehr verschieden. Während einige schon bei gelinder Wärme an der Lichtflamme schmelzen, wie manche Salze, sind andere erst in der stärksten Hitze und manche gar nicht schmelzbar. Man bezeichnet dieses durch die Ausdrücke: sehr leicht — leicht — ziemlich schwer — schwer — sehr schwer schmelzbar und unschmelzbar.

Beim Schmelzen treten noch manche beachtenswerthe Erscheinungen auf, indem manche Minerale ruhig schmelzen, andere kochen, sich aufblasen, spritzen, u. s. w. Die geschmolzene Masse ist entweder glasig oder schlackig, porzellanartig, oder sie bildet ein Kügelchen oder Korn, was namentlich die Metalle thun.

Flüchtige Stoffe werden beim Erwärmen der Minerale sehr häufig ausgeschieden. So geben dieselben fast immer Wasserdampf ab, und es ist darauf zu achten, ob dieses Wasser bloß durch Anziehung oder chemisch gebundenes (Krystall- oder Hydratwasser, Chemie §. 28.) war. Manche Minerale entwickeln Gasarten, wie z. B. der Kalk Kohlensäure, der Braunstein Sauerstoff. Zugleich entstehen unter Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft beim Glühen manche neue Verbindungen. So überziehen sich die Bleierze leicht mit einem gelben Ueberzug von Bleioxyd, die antimonhaltigen mit weißem Antimonoxyd, die schwefelhaltigen geben die am erstickenden Geruch leicht erkennbare schweflige Säure und die arsenhaltigen die nach Knoblauch riechenden Dämpfe von arseniger Säure.

Die Farbe der Löthrohrflamme ist häufig ein vortreffliches Merkmal. So ertheilt ihr Strontian eine purpurrothe, Kalk eine morgenrothe, Kali eine violette, Natron eine hochgelbe, Bor und Kupfer eine grüne Flamme u. s. w.

§. 21. Bis jetzt wurden die Proben nur für sich allein vor dem Löthrohre behandelt. Häufig zieht man jedoch noch manche chemische Stoffe zu Hülfe, die besondere Erscheinungen veranlassen. Solche sind: der Sauerstoff der Luft, die Kohle des inneren Theils der Löthrohrflamme, das kohlensaure Natron und der Borar.

Den Einfluß des Sauerstoffs der Luft haben wir bereits im §. 20. als einen orydirenden kennen gelernt, und es sei hier die Bemerkung hinzugefügt, daß es nur die Spitze der Flamme ist, die dem Sauerstoff Zutritt gestattet, und die daher auch die Orydationsflamme des Löthrohres heißt. Wird dagegen die Probe in den breiteren, inneren Theil der Flamme gebracht, der nicht leuchtend ist und noch unverbrannten Kohlenstoff enthält, so wirkt dieser reducirend, wenn die Probe eine Sauerstoffverbindung enthält. Dieser Theil der Flamme wird die innere oder Reductionsflamme genannt. So kann z. B. ein Stückchen Zinn an der äußeren Flamme leicht in weißes Oryd verwandelt und in der inneren Flamme alsbald wieder zu einem metallischen Korn reducirt werden.

§. 22. Zusätze von Soda und Borar zur Löthrohrprobe werden Flußmittel genannt, da sie zunächst die Herstellung leichter schmelzbarer Verbindungen bezwecken. Das kohlensaure Natron bewirkt dies hauptsächlich bei kieselreichen Verbindungen, indem es mit denselben leicht flüssiges Natronglas bildet, oder es dient auch, um Schwefel, Arsen, Mangan u. a. m., die beim Glühen in Säuren übergehen, in die Form löslicher Salze überzuführen. Beim Borar (borsaures Natron, Chemie §. 62.) ist es die feuerbeständige Borsäure, welche mit den Metallorvden zu eigenthümlich gefärbten glasartigen Verbindungen zusammenschmilzt, deren Farben so ziemlich mit denen der Glasflüsse übereinstimmen, die wir im §. 77. Chem kennen gelernt haben. Hierbei ist es von Einfluß, in welchem Theile der Flamme die Schmelzung geschieht, da die Orydule häufig andere Farben geben als die Oryde, wie die folgenden Beispiele zeigen:

Oryde.	Farbe der Borargläser	
	in der Orydationsflamme.	in der Reductionsflamme.
Chromoryd.	Smaragdgrün.	Gelbbraun; erkaltet farblos.
Manganoryd.	Violett.	Ungefärbt.
Antimonoryd.	Hellgelblich.	Unklar und graulich.
Wismuthoryd.	Farblos.	Grau und trübe.
Zinkoryd.	Farblos; bei viel Zink porzellanweiß.	Verflüchtigt sich.
Zinnoryd.	Farblos.	Farblos.
Bleioryd.	Gelb; erkaltet farblos.	Reducirt zu Metallkügelchen.
Eisenoryd.	Dunkelroth; beim Erkalten heller bis farblos.	Flaschengrün, blaugrün.
Kobaltoryd.	Blau.	Blau.
Nickeloryd.	Röthlich, gelb; erkaltet heller.	Graulich.
Kupferoryd.	Grün.	Farblos; erkaltet zinnoberroth und undurchsichtig.
Silberoryd.	Erkaltet milchweiß.	Graulich

§. 23. Nehmen wir endlich Wasser und Säuren als Auflösungsmittel der Minerale zu Hülfe, so begeben wir uns vollständig in das Bereich der chemischen Erscheinungen, die in ihrer Mannichfaltigkeit auszuführen besondere Werke, unter dem Namen der analytischen Chemie, sich die Aufgabe gestellt haben.

Es sei deshalb hier nur bemerkt, daß man diese Lösungsmittel gewöhnlich in einer gewissen Reihenfolge anwendet, nämlich zuerst Wasser, dann Salzsäure, dann Salpetersäure und endlich ein Gemenge dieser beiden (Chem. §. 36.). Am häufigsten wendet man die Salzsäure in der Absicht an, zu erfahren, ob ein damit betupftes Mineral aufbraus't, d. h. ob es Kohlensäure enthält, die in diesem Falle entweicht.

§. 24. So hätten wir uns denn mit allen Vorkenntnissen ausgerüstet, um sofort die Beschreibung der Minerale selbst zu beginnen. Allein hier müssen wir uns gestehen, daß mit der Beschreibung allein, auch mit der allerbesten, nirgends zum Erkennen weniger geleistet ist, als bei der Mineralogie. Hier ist eigene Anschauung durchaus nothwendig, denn es handelt sich nicht darum, einen rein im Denken entwickelten Begriff aufzunehmen, sondern durch lebendige sinnliche Auffassung die Summe jener verschiedenen Eigenschaften eines Minerals in ein Bild zu vereinigen, welches uns eine bleibende Vorstellung von demselben gewährt, die wir unbewußt mit uns herumtragen.

Daher möge denn ein Jeder, der mit der Mineralogie sich beschäftigt, zu Hülfe nehmen, was seine Gegend an Mineralen bietet. Auch die ärmste gewährt doch Einiges, und die Anschauung dessen vermittelt wenigstens die Vorstellung des übrigen. Das Wichtigste allmälig durch Tausch oder Kauf hinzuzufügen, und so eine kleine Sammlung von Mineralen zu bilden, ist nicht allzuschwierig. Das Mineralcomtoir in Heidelberg und Mineralhandlungen in Berlin und Freiberg in Sachsen geben Gelegenheit zum billigen Ankauf sowohl einzelner Stücke, als auch kleiner und großer vollständiger Sammlungen. Eine Lehranstalt aber, welche diesen Theil der Naturwissenschaft in ihren Unterricht aufnimmt, muß vor allen Dingen durch Hülfe einer Sammlung der wichtigsten Minerale demselben lebendiges Interesse verleihen. In den Naturwissenschaften ist die beste Beschreibung doch nur eine Krücke, die man wegwirft, sobald man mit eigenen Augen gesehen hat.

Eintheilung der Minerale.

§. 25. Als eigene Mineralart erkennen wir das, was durch seine chemische Zusammensetzung und seine Eigenschaften als ein Besonderes sich unterscheiden läßt. Die Zahl der auf diese Weise bestimmten Minerale ist außerordentlich groß, und wird noch fortwährend vermehrt.

Die Anordnung derselben kann nach verschiedenen Grundsätzen geschehen. Entweder berücksichtigt man dabei hauptsächlich ihre Gestalt und ordnet sie nach den Krystallsystemen, oder man legt die Dichte oder die Härte als Haupt-

merkmale zu Grunde. Seitdem man jedoch mehr erkannt hat, daß alle diese Eigenschaften durch die chemische Zusammensetzung der Minerale bedingt werde, ist diese der leitende Faden der Eintheilung derselben geworden. Man nimmt dabei am meisten auf denjenigen Bestandtheil Rücksicht, der entweder in größter Menge oder mit besonderem Charakter vorwaltet und deshalb den Namen zur Bildung der Gruppen herleiht. Die Reihenfolge der Minerale ist alsdann ungefähr dieselbe, wie in der Chemie die einfachen Stoffe mit ihren Verbindungen sich folgten, indem hier und da einige Lücken sind, da man z. B. von jeher das Wasser und die Gase nicht unter den Mineralen beschrieben hat.

Natürlich wird hier vorausgesetzt, daß man sich vorher mit der Chemie bekannt gemacht hat, wodurch eine Menge von Schwierigkeiten von selbst hinwegfallen, die sonst dem Studium der Mineralogie nach bloß äußerlichen Merkmalen ungemein zur Last fielen.

§. 26. Die Benennung der Minerale ist dagegen eine im Laufe der Zeit, ohne wissenschaftliche Grundlage entstandene und darum ziemlich mangelhafte. Da finden wir die sonderbarsten Namen durcheinander, die theils aus der Volkssprache entliehen sind, während zugleich einige Minerale nach ihrem Fundorte, andere nach berühmten Naturforschern und nur wenige nach ihren Eigenschaften oder chemischen Bestandtheilen benannt sind. Eine Aenderung ist hierin jedoch nicht zulässig und würde die größte Verwirrung anrichten. Haben wir doch in der Chemie die Namen Wasser, Salzsäure und Soda beibehalten, anstatt die der Wissenschaft entsprechenden von Wasserstofforyd u. s. w. einzuführen.

Beschreibung der Minerale.

§. 27. Eine Beschreibung aller Minerale erfordert einen beträchtlichen Raum, und es ist uns daher nur gestattet, die wichtigsten derselben und auch diese nur in gedrängter Weise aufzuführen. Bei mehreren, wie z. B. bei den Kohlenarten, ist bereits im chemischen Theile eine hinreichend ausführliche Darstellung gegeben worden, so daß mitunter die bloße Andeutung genügt.

Die meisten der einfachen Minerale treten im Raume nur in untergeordnetem Verhältnisse auf. Doch bilden manche, in großen Massen gehäuft, bedeutende Theile der Erdrinde, weshalb ihrer nochmals bei den Gesteinen oder Felsarten gedacht wird.

In der folgenden Beschreibung bedeutet H. die Härte und D. die Dichte oder das specifische Gewicht der Minerale.

Uebersicht.

1ste Klasse: Metalloide.	2te Klasse: Metalle.		3te Klasse: Organische Verbindungen.
	1ste Ordnung: Leichte Metalle.	2te Ordnung: Schwere Metalle.	
Gruppe:	Gruppe:	Gruppe:	Gruppe:
1. Schwefel.	5. Kalium.	13. Eisen.	29. Salze.
2. Bor.	6. Natrium.	14. Mangan.	30. Erdharze.
3. Kohle.	7. Ammoniak.	15. Kobalt.	
4. Kiesel.	8. Calcium.	16. Nickel.	
	9. Barium.	17. Kupfer.	
	10. Strontium.	18. Wismuth.	
	11. Magnium.	19. Blei.	
	12. Alumium.	20. Zinn.	
		21. Zink.	
		22. Chrom.	
		23. Antimon.	
		24. Arsen.	
		25. Quecksilber.	
		26. Silber.	
		27. Gold.	
		28. Platin.	

Erste Klasse. Minerale der Nichtmetalle.

1ste Gruppe: Schwefel.

Die Grundform des krystallisirten Schwefels ist der Rauten-Achtflächner, der mit mehrfachen Enteckungen und Entkantungen vorkommt. Häufig findet sich auch krystallinischer oder körniger und erdiger Schwefel vor, seltener der faserige. Seine Spaltbarkeit ist unvollkommen; der Bruch muschelig bis uneben; H. = 1,5 bis 2,5; spröde, zerbrechlich; D. = 1,9 bis 2,1. Die übrigen, namentlich chemischen Eigenschaften des Schwefels und seine Anwendung sind in §. 40 der Chemie beschrieben worden. §. 28

Der wichtigste Fundort des Schwefels ist Sicilien, wo er in tertiären Bildungen, namentlich von Kalkspath und Cölestin begleitet, bei Girgenti, Fiume u. s. w. gewonnen wird. Bedeutend sind ferner in Polen die Lager von erdigem Schwefel. Außerdem giebt es in Deutschland und dem übrigen Europa, sowie auch in den anderen Welttheilen noch viele Orte, wo Schwefel sich findet,

die jedoch sämmtlich, in Europa wenigstens, an Reichhaltigkeit und Reinheit ihres Minerals dem sicilischen weit nachstehen.

2te Gruppe: Bor.

§. 29. Findet sich selten und nur mit Sauerstoff verbunden als **Borsäure** ($BO_3 + HO$) in krystallinischen Blättchen und als Ueberzug der Erde in der Nähe vulkanischer Quellen, ist zerreiblich; D. = 1,48, durchscheinend, weiß, säuerlich-bitter, schmilzt leicht und färbt die Flamme grün, löslich in Wasser und Weingeist. Die Borsäure setzt sich theils am Rande, theils am Boden vulkanischer Quellen oder Seen ab, wie namentlich in denen von Sasso (daher Sassolin), Castelnuovo u. a. m. in Toscana, Insel Volcano.

3te Gruppe: Kohle.

§. 30. 1) **Diamant.** Derselbe findet sich krystallisirt als regelmäßiger Achtflächner und in dessen Ableitungen. Er hat die größte Härte = 10; D. = 3,5 bis 3,6; ist meist spaltbar; durchsichtig, meistens ungefärbt, von stärkstem Glanz und Lichtbrechungsvermögen und der werthvollste Edelstein. Sein Vorkommen ist vorzugsweise aufgeschwemmtes Land oder Trümmergestein der neueren Bildungen, in Ostindien (Golconda), Brasilien, und in letzter Zeit wurde er auch am Ural aufgefunden. Meistens wird er aus dem Sande der Flüsse gewaschen. 1 Karat (= 4 Grän) kleiner Diamanten, die zum Schleifen oder Poliren der größeren, zum Glasschneiden 2c. verwendbar sind, kostet 14 bis 17 Gulden. 1 Karat geschliffener Diamant (Brillant) kostet 100 bis 135 Fl., dagegen steigt mit der zunehmenden Größe der Preis so rasch, daß ein Brillant von 5 Karat schon 2- bis 3000 Fl. kosten kann. Als Seltenheiten von fast unbezahlbarem Werthe befinden sich in den Schatzkammern verschiedener Herrscher Diamanten von 300, 279, 193 bis 136 Karat.

2) **Graphit** (Reißblei, Plumbago) findet sich in tafelartigen Krystallen, die dem System des Sechsecks angehören, meist jedoch in Schuppen und Blättchen. H. = 1 bis 2; D. = 1,8 bis 2,4; spaltbar, stahlgrau bis schwarz, abfärbend, fettig anzufühlen. Findet sich vorzugsweise eingewachsen in verschiedenen Ursteinen, wie zu Passau in Baiern, Borrowdale in England u. a. O. m. Vom ersteren Orte wird der Graphit hauptsächlich zu Ofenschwärze und Schmelztiegeln, von letzterem zu vorzüglichen Bleistiften verarbeitet.

3) **Anthracit**, aus derben Massen von muschligem Bruch bestehend; H. = 2 bis 2,5; D. 1,4 bis 1,7; graulich schwarz, verbrennt mit Hinterlassung von wenig Asche. Findet sich in Lagern, mitunter von bedeutender Mächtigkeit, in den älteren Gebirgsbildungen, wie z. B. in Sachsen, am Harz. Wird mit starkem Gebläsefeuer oder Zug zu den größeren Feuerarbeiten benutzt.

Die **Steinkohle**, die **Braunkohle** und der **Torf** würden hier passend einzureihen sein, da die Kohle der Hauptbestandtheil derselben ist. Das Wichtigste über ihre Eigenschaften hat jedoch bereits in §. 165 der Chemie seine Er-

Örterung gefunden, und auf die Lagerungsverhältnisse derselben werden wir im geognostischen Theile näher zurückkommen.

4te Gruppe: Kiesel.

Unter Kiesel versteht der Mineralog stets die Verbindung, welche der Chemiker Kieselsäure (SiO_2 Chemie §. 61) nennt. Die Zahl der kieselhaltigen Minerale ist außerordentlich groß, jedoch kommt der Kiesel am häufigsten in Verbindung mit Thonerde vor, daher denn in der Gruppe des Aluminiums die Mehrzahl der Kieselverbindungen aufgeführt ist. Im Allgemeinen bemerke man sich, daß die Härte der reineren Kiesel ziemlich bedeutend ist und bis zu 8,5 steigt, daher sie mit dem Stahle Funken geben, während ihre Dichte nicht über 4,5 geht. Sie sind meistens glasglänzend und vorherrschend von weißer Farbe. Die chemisch reinen oder nur durch kleine Mengen verschiedener Oxyde gefärbten Kiesel werden Quarze genannt. §. 31

Familie des Quarz.

Seine Krystalle gehören dem System des Sechsecks an, und kommen am häufigsten als sechsseitige Doppelpyramide, s. Fig. 17, und sechsseitige Säule mit Zuspitzung, s. Fig. 18, vor. Häufig findet sich jedoch auch der Quarz als krystallinische, als derbe oder körnige Masse. Sein Bruch ist muschelig; H. = 7; D. = 2,5 bis 2,8. Er ist entweder wasserhell oder weiß und kommt in allen Farben in den verschiedensten Abstufungen vor. Mit Ausnahme der Fluorwasserstoffsäure (Chemie §. 39) ist er in keiner Säure auflöslich; am Löthrohr schmilzt er mit Soda zu durchsichtigem Glas; mit dem Stahl giebt er lebhafte Funken. Seine verschiedenen Arten sind die folgenden:

1) Der Bergkrystall, der in schönen, wasserhellen sechsseitigen Säulen von beträchtlicher Größe in den verschiedensten Gebirgsbildungen gefunden wird. Besonders ausgezeichnet sind die aus den Höhlen des St. Gotthard kommenden Krystalle, und von außerordentlicher Größe und Reinheit hat man sie auf Madagascar angetroffen, wo Blöcke von 15 bis 20 Fuß im Umfange vorkommen. Man benutzt den Krystall zu Schmuck und als Zusatz zu reinen Glasflüssen. Oefter ist er schwach gefärbt, und häufig enthält er verschiedene fremde Minerale als Blättchen und in anderen Formen eingeschlossen.

2) Der Amethyst ist durch etwas Manganoxydul mehr oder wenig dunkel violett gefärbter Quarz, der weniger in vollkommen ausgebildeten, als vielmehr in drusig (§. 9) verwachsenen Krystallen vorkommt. Er findet sich vorzugsweise in Blasenräumen des Porphyr- und Mandelsteins, und da er nicht selten angetroffen wird, so ist er ein häufig zu Schmuck verwendeter Stein von geringerem Werth. Im Alterthume hielt man das Tragen eines Amethysts für ein Mittel gegen die Trunkenheit.

3) Gemeiner Quarz heißt der Kiesel, wenn er nicht mehr in reinen Krystallen, sondern nur krystallinisch, derb, körnig auftritt. Als solcher bildet er theils ein bedeutendes Massengestein, den Quarzfels, theils bildet er mit an-

deren Mineralen gemengte Gesteine, wie z. B. den Granit. Er ist sehr verbreitet und seine reineren Arten werden zu Glas, Porzellan u. s. w. angewendet. Meistens ist er weiß gefärbt, durchscheinend, doch erhalten einige Abänderungen desselben besondere Namen, wie der rosenrothe Rosenquarz, der blaue Siderit, der Schillerquarz oder das Katzenauge, wegen eines eigenthümlichen Schillerns so genannt, der Avanturin, welcher gelbe und röthliche Schuppen von Glimmer eingemengt enthält und dadurch ein artiger Schmuckstein ist. Auch die Blitzröhren seien hier erwähnt, welche durch das Einschlagen des Blitzes in Quarzsand aus an einander geschmolzenen Körnern bestehen, die zu röhrenförmigen Bildungen vereinigt sind.

4) Der Chalcedon ist ein undurchsichtiger, in kugel-, trauben- oder nierenförmigen Massen vorkommender Quarz, der die verschiedensten Farben und häufig allerlei Zeichnungen enthält, und vielfach zu Dosen, Knöpfen, zu Kugeln als Spielwerk der Knaben u. s. w. verarbeitet wird. Der roth- oder gelbgefärbte heißt Carneol und der grüne Chrysopras, und beide werden zu Petschaften und anderen erhabenen oder vertieften Kunstarbeiten sehr geschätzt.

5) Der Feuerstein, dessen Eigenschaften hinreichend bekannt sind, findet sich in größeren, unregelmäßigen Massen, namentlich bei Paris und in der Champagne. Seit Einführung der Percussionsschlösser und Reibzündhölzer hat er an Wichtigkeit bedeutend verloren.

6) Der Hornstein ist ein dem Feuersteine etwas ähnlicher, jedoch im Bruch splittriger, dem Horne auffallend gleichender Quarz.

7) Der Jaspis ist durch größeren Gehalt von Thonerde und Eisenoxyd undurchsichtig, oft matt und von geringerem Glanze, als die vorhergehenden. Er kommt in allen Farben vor, unter welchen jedoch Gelb, Roth und Braun vorherrschen.

8) Der Kieselschiefer ist ein durch Kohle schwarz gefärbtes, aus Quarz, Thonerde, Kalk und Eisenoxyd gemengtes Mineral, das als Wetzstein und Probirstein (Chemie §. 107) benutzt wird.

9) Achat wird ein in der Regel schön gezeichnetes Mineral genannt, das ein Gemenge mehrerer Quarze, namentlich des Amethystes, Chalcedons und Jaspis ist. Man verfertigt aus Achat allerlei Kunstgegenstände, namentlich auch kleine Reibschalen, die zum Zerreiben sehr harter Körper dienen.

Der Opal

§. 32. bildet eine besondere Gattung des Quarz, die Wasser in chemischer Verbindung enthält, nicht krystallisirt, sondern meistens in derben glasartigen Massen vorkommt, und namentlich dadurch sich auszeichnet, daß einige Arten desselben ein eigenthümliches Farbenspiel zeigen, woher der Ausdruck opalisiren, d. i. in Farben spielen, entlehnt ist. Am ausgezeichnetsten hat diese Eigenschaft der edle Opal, der deshalb als werthvoller Schmuckstein geschätzt wird. In geringerem Grade findet es beim Halbopal oder gemeinen Opal Statt. Merkwürdig

ist der Hydrophan, auch Weltauge genannt, der Durchsichtigkeit und Farbenspiel nur dann erhält, wenn man ihn mit Wasser befeuchtet.

Der Kieselsinter und Kieselguhr sind ebenfalls wasserhaltige Quarze, von welchen der erstere sich in mannichfaltigen Gestaltungen aus heißen Quellen, namentlich aus dem Geyser auf Island absetzt. Der Kieselguhr ist ein erdiger Absatz aus kieselhaltigen Wassern und zeigt sich bei der näheren Betrachtung durch das Mikroskop fast ganz aus den Schalen oder Panzern von Infusionsthieren bestehend. Eine Art desselben wird unter dem Namen Polirschiefer zum Schleifen und Poliren angewendet.

Zweite Klasse: Minerale der Metalle.

Erste Ordnung: Leichte Metalle.

5te Gruppe: Kalium.

§. 33. Die meisten und wichtigsten der kaliumhaltigen Minerale enthalten zugleich Thonerde als charakteristischen Bestandtheil, weshalb sie in der Gruppe des Aluminums beschrieben werden. Als natürliche Kalisalze werden hier nur erwähnt:

Der Salpeter ($KaO + NO_5$), der in geraden, rautigen Säulen krystallisirt, in der Regel jedoch nur als nadelförmiger Ueberzug an sehr vielen Orten vorkommt (vergl. Chemie §. 69). Auch das schwefelsaure Kali ($KaO+SO_3$), welches demselben Krystallsysteme angehört, findet sich zuweilen in vulkanischen Laven.

6te Gruppe: Natrium.

§. 34 1) Das salpetersaure Natron (Natron-Salpeter, $NaO + NO_5$) krystallisirt im System des Sechsecks, als stumpfer Rautenflächner, und kommt in krystallinischer Masse von bedeutender Mächtigkeit vor, die sich namentlich in Peru in den Districten von Atakama und Tarapaca über 50 Meilen erstrecken.

2) Das Steinsalz (natürliches Kochsalz; Chlornatrium; NaCl) krystallisirt im System des Würfels, kommt jedoch meistens in plattenförmiger krystallinischer Masse vor; sehr spaltbar nach den Flächen der Krystallform; Bruch muschelig; H. = 2; D. = 2,2 bis 2,3; Farbe meistens weiß, kommt jedoch auch gelb, roth, grün und blau vor; die chemischen Eigenschaften und Benutzung siehe §. 72 der Chemie. Das Steinsalz kommt in den mittleren Gebirgsbildungen in Lagern von verschiedener Mächtigkeit, häufig in Begleitung von Gyps, Thon-

gyps und Salzthon vor. Berühmt sind namentlich die Salzwerke von Hallein im Salzburgischen und von Wielizka in Galizien, in welch letzterem das sogenannte Knistersalz sich findet, das in Wasser unter einem knisternden Geräusch und Ausstoßung vieler Blasen von Wasserstoffgas sich auflöst. Das Gas ist zwischen den Krystallflächen des Salzes eingeschlossen.

Von andern Salzen des Natrons, die jedoch von geringerer Wichtigkeit sind, finden sich als Minerale: wasserfreies und wasserhaltiges schwefelsaures Natron (Thenardit = NaO, SO_3 und Glauberit = $NaO, SO_3 + 10\ HO$), kohlensaures Natron mit viel Wasser (Soda = $NaO, CO_2 + 10\ HO$), und mit weniger Wasser, Trona ($2\ NaO, 3\ CO_2 + 4\ HO$) genannt, welch letzteres im Innern der Barbarei in großer Menge als Ueberzug des Erdbodens vorkommt und wie Soda verwendet wird.

Das borarsaure Natron ($NaO, BO_3 + 10\ HO$) heißt als Mineral Borax oder Tinkal, und findet sich in Tibet auf dem Grunde und am Ufer eines See's.

7te Gruppe: Ammoniak.

§. 35. Da die Ammoniakverbindungen, wie in §. 78 die Chemie lehrt, flüchtiger Natur sind, so kommen sie im Mineralreiche zwar nicht eben selten, aber in höchst unbedeutender Masse, meistens als krystallinischer Anflug oder Ueberzug vor, so z. B. in den Höhlen und Spalten von Lava der noch thätigen Vulkane, in Braunkohlenwerken, namentlich in der Nähe brennender oder ausgebrannter Lager.

8te Gruppe: Calcium.

§. 36. Dieses Metall bildet eine reiche Gruppe von Mineralen, die geringe Härte und Dichte und eine vorherrschend reine weiße Farbe haben. Zu bemerken sind:

1) Der Flußspath ($Ca\ Fl$), der in den verschiedenen Formen des regelmäßigen Systems, besonders häufig als Würfel krystallisirt. Er ist sehr vollkommen spaltbar, hat muscheligen Bruch; H. = 4; D. = 3,1 bis 3,17; er ist durchsichtig bis durchscheinend, selten weiß, sondern meistens schwach violett, gelb, grün u. s. w. gefärbt; seine chemischen Eigenschaften s. Chemie §. 39. Der Flußspath findet sich häufig, jedoch nicht in größeren Massen. Flußstein und Flußerde heißt dasselbe Mineral, wenn es als derbes Gestein oder als erdige Masse vorkommt.

2) Der Anhydrit (CaO, SO_3) oder wasserfreier schwefelsaurer Kalk kommt in der Nähe des Gypses und Steinsalzes, sowohl krystallisirt, als auch strahlig, körnig und dicht vor.

3) Der Gyps ($CaO, SO_3 + 2\ HO$) ist wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk, dessen Krystalle meistens tafelförmig sind und in sehr dünne, biegsame Blättchen sich spalten lassen. Sie gehören dem System der vierten Grundform, Fig. 13, an; H. = 2; D. = 2 bis 2,4; er hat doppelte Strahlenbrechung, Glasglanz und meistens eine weiße Farbe. Der also beschaffene Gyps wird Gypsspath, auch Selenit oder Marienglas genannt. Außerdem findet man den Faser-

gyps, Schaumgyps, den dichten oder körnigen Gyps, der Alabaster heißt, und den erdigen Gyps. Seine Anwendung s. Chemie §. 81.

4) Der Apatit, der wegen seiner schönen blaßgrünen Farbe auch Spargelstein heißt, ist ein aus phosphorsaurem Kalk, Fluor- und Chlorcalcium sehr eigenthümlich zusammengesetztes Mineral, das im System des Sechsecks krystallisirt und öfters als Einmengung in verschiedenen Felsmassen vorkommt.

5) Der Pharmakolith ist arseniksaurer Kalk = CaO, AsO_5.

6) Kohlensaurer Kalk (CaO, CO_2).

Dieses Mineral bildet die auffallende Ausnahme, daß es in Formen krystallisirt, die zwei verschiedenen Systemen angehören, weshalb seine Arten zwei Familien bilden, nämlich die des Kalkspaths und die des Arragonits. §. 37.

1) Der Kalkspath krystallisirt im System des Sechsecks und vorzugsweise in Abänderungen des Rautenflächners, s. Fig. 19, die jedoch so außerordentlich mannichfaltig sind, daß man schon an 700 verschiedene Formen desselben beobachtet hat. Glücklicher Weise sind die übrigen Merkmale des Kalkspaths der Art, daß er sich ziemlich leicht erkennen läßt. Er ist sehr vollkommen spaltbar, hat einen muschligen, splittrigen, unebenen Bruch; H. = 3; D. = 2,6 bis 2,17; wird beim Reiben elektrisch; löst sich in starken Säuren unter Aufbrausen der entweichenden Kohlensäure, und wird durch Glühen in ätzenden Kalk verwandelt (Chemie §. 79). Seine verschiedenen Arten sind:

a) Krystallisirter Kalkspath, auch Doppelspath genannt, weil er in hohem Grade die Eigenschaft hat, eine doppelte Brechung der Lichtstrahlen (§. 14) zu veranlassen. Er bildet meistens tafelförmige, glasglänzende, durchsichtige und ungefärbte Krystalle, die sich häufig und in allen Bildungen, namentlich auch in Drusenräumen finden. Berühmt wegen seiner Schönheit ist besonders der auf Island gefundene Doppelspath. b) Faseriger Kalk, der vorzugsweise als Tropfsteinbildung in den Höhlen der Kalkgebirge vorkommt. c) Marmor oder körniger Kalk, der namentlich alsdann außerordentlich geschätzt wird, wenn er vollkommen weiß, feinkörnig, hart und wenig von gefärbten Adern durchzogen ist. So dient er zur Darstellung der herrlichsten Bildwerke, und die berühmtesten Marmorbrüche sind die von Carara in Italien und Paros in Griechenland. Viel häufiger ist dagegen der gefärbte Marmor, der nicht selten bunt gefleckt, geadert, daher »marmorirt« ist und als Baustein zu Platten, Säulen 2c. verwendet, einer der schönsten Baustoffe ist und auch häufig durch gefärbten und polirten Gyps (Stucco) nachgeahmt wird. d) Schieferspath. e) Schaumkalk. f) Kalkstein, dichter Kalkstein, an welchem keine krystallinische Bildung wahrnehmbar ist und der meistens in großen Massen, Kalkgebirgen auftritt. Er kommt in allen Gebirgsbildungen in den mannichfaltigsten Formen und Farben vor, als Stinkkalk, Mergelkalk, Rogenstein, Kalktuff u. s. w. g) Kalkerde oder Kreide ist das uns wohlbekannte, feinerdige weiße Schreibmaterial, welches in den jüngsten Gebirgsbildungen in Masse vorkommt, namentlich in Frankreich (Champagne).

2) Der Arragonit, dessen Krystalle zum System des Rauten-Achtflächners (Fig. 11) gehören, und meistens als Säulen mit rautenförmigem Durchschnitt auftreten, bald einzeln, bald mehrfach zusammengewachsen, wodurch mitunter Gruppen entstehen, die der sechsseitigen Säule gleichen. Derselbe ist spaltbar, im Bruche muschlig bis uneben: Härte = 3 bis 4; Dichte = 2,9 bis 3; durchsichtig, glasglänzend, farblos. Er findet sich nicht selten in Blasenräumen des Basalts und anderen Gesteins. Als sechsseitige Säule gruppirt kommt er bei Valencia in Arragonien vor, woher er seinen Namen erhielt. Außer dem krystallisirten oder Arragonitspath unterscheidet man noch den strahligen und faserigen Arragonit.

9te Gruppe: Barium.

§. 38. 1) Der Schwerspath oder schwefelsaure Baryt (BaO, SO_3) krystallisirt im System des Rauten-Achtflächners als rautige Säule, die in sehr vielen (bis 73) Abänderungen beobachtet worden ist, wovon die tafelförmige Fig. 16 ein Beispiel ist. Derselbe ist vollkommen spaltbar, hat unvollkommen muschligen Bruch; H. = 3 bis 3,5; D. = 4,3 bis 4,58, die ihn leicht von ähnlichen spathigen Mineralen unterscheidet; er ist durchsichtig mit doppelter Strahlenbrechung und Glasglanz; die Löthrohrflamme wird von demselben grün gefärbt, und ein erwärmtes oder geglühtes Stück Schwerspath leuchtet nachher noch einige Zeit im Dunkeln.

Der deutlich krystallisirte Barytspath findet sich nicht selten, so z. B. in ziemlicher Menge in Baden, im Odenwald, wo er zu weißer Farbe zermahlen wird (Chemie §. 83). Außerdem findet sich jedoch auch strahliger, faseriger, körniger, dichter und erdiger Baryt.

2) Der Witherith oder kohlensaure Baryt (BaO, CO_2) krystallisirt in geraden rautigen Säulen, und findet sich besonders in England, wo er, seiner giftigen Eigenschaften wegen, zum Vertilgen der Ratten gebraucht wird.

10te Gruppe: Strontium.

§. 39. 1) Der Cölestin oder schwefelsaure Strontian (SrO, SO_3) krystallisirt im System des Rauten-Achtflächners, Fig. 11, und tritt meistens als rautige Säule auf. Er ist vollkommen spaltbar, hat muschligen bis unebenen Bruch; H. = 3 bis 3,5; D. = 3,8 bis 3,96; durchsichtig, doppelt strahlenbrechend, glasglänzend, meistens wasserhell und weiß, die Flamme des Löthrohrs purpurroth färbend. Kommt nicht häufig vor. Seine Arten sind: der Cölestinspath, der strahlige Cölestin, der Fasercölestin, der bläulich gefärbt ist und bei Jena gefunden wird, und der dichte Cölestin, welcher 8 bis 9 Procent kohlensauren Kalk enthält. Diese Minerale dienen zur Darstellung der Strontianpräparate (Chemie §. 84).

2) Der Strontianit oder kohlensaure Strontian (SrO, CO_2) in demselben System krystallisirend, ist seltener, als das vorhergehende Mineral.

11te Gruppe: Magnium.

§. 40. Dieses Metall bildet eine etwas größere Gruppe von Mineralen, als die vorhergehenden. Es gehören hierher der Periklas, der fast reine Magnesia (MgO) ist, und das Magnesiahydrat ($MgO + HO$), der Boracit oder phosphorsaure Magnesia, und der Hydroboracit, der neben letzterer noch phosphorsauren Kalk und Wasser enthält, sämmtliche Minerale, die nur selten und in geringer Masse auftreten. Das Bittersalz (schwefelsaure Magnesia) ist zwar häufig, jedoch wegen seiner Löslichkeit nur als dünner Ueberzug oder haarförmiger krystallinischer Anflug in den Spalten der Gesteine anzutreffen. Doch giebt es u. a. in Sibirien Steppen, wo oft ganze Strecken davon überzogen sind. Dagegen ist das Bittersalz in den unter dem Namen der Bitterwasser bekannten Mineralquellen, namentlich von Seidlitz, Eger, Seidschütz und Epsom in großer Menge enthalten.

Der Magnesit (kohlensaure Magnesia, $MgO + CO_2$) kommt entweder krystallisirt als Magnesitspath (Talkspath) vor, oder als dichter Magnesit. Der erstere gehört dem System des Sechsecks an und kommt in stumpfen Rautenflächnern vor. H. = 4; D. = 3. In größerer Masse tritt der Bitterkalk auf, aus Kalk, Magnesia und Kohlensäure bestehend ($CaO,CO_2 + MgO,CO_2$). Der krystallisirte heißt Bitterspath, auch Braunspath, und kommt als stumpfer Rautenflächner vor, ist vollkommen spaltbar, hat muschligen Bruch; H. = 3,5 bis 4; D. 2,8 bis 3. Er ist halbdurchsichtig, hat Glasglanz und ist weiß oder häufig gelb bis braun gefärbt durch Gehalt von Eisen oder Mangan. Er findet sich meistens in Spalten und Aushöhlungen des körnigen Bitterkalks, welcher Dolomit heißt, und ein dem kohlensauren Kalke in seinen verschiedenen Formen sehr ähnliches Gestein ist. Der weiße, krystallinische gleicht dem Marmor, der gefärbte dem gewöhnlichen Kalkstein, und da er in Massen vorkommt, hat er auch ähnliche Anwendung.

Eine besondere Abtheilung bilden die Verbindungen der Magnesia mit Kieselsäure, wohin zunächst der Talk gehört. Derselbe enthält 62 Procent Kieselsäure und 30 Procent Magnesia und erscheint meist als Aggregat von undeutlichen Krystallen. Er fühlt sich besonders glatt und fett an, ist sehr weich und weiß oder blaß gefärbt. Er tritt als Talkschiefer in Masse auf und eine Abänderung desselben, der Topfstein, der sich schneiden und drehen läßt, dient zu Anfertigung von allerlei Geschirren. Ferner führen wir hier die serpentin- und augitartigen Minerale an, welche sich in Familien zusammenstellen lassen.

1) Familie: Serpentin.

§. 41. Man rechnet hierher weiche, meistens schneidbare Minerale, deren Härte höchstens 2,3 ist, und die nicht zu Krystallen ausgebildet, sondern meistens undurchsichtig, wenig glänzend und schwer schmelzbar sind. Ihre Hauptmasse ist Kieselsäure mit Magnesia, in der Regel gefärbt durch Oxyde des Eisens. Es

gehört hierher der fettig anzufühlende Speckstein, der zum Ausmachen von Flecken, als weiches Polirmittel dient, auch zu allerlei Gegenständen geschnitten wird, und welchem sich der Seifenstein und der bekannte, zu Pfeifenköpfen verarbeitete Meerschaum anreihen. Der Serpentin, auch Ophit oder Schlangenstein genannt, wegen seines grünlichen gefleckten Ansehens, das an die Haut mancher Schlangen erinnert, bildet derbe Massen, von körnigem Bruch, die als Felsen auftreten. Seine Härte beträgt 3, und er wird zu sehr verschiedenen Gegenständen, namentlich zu Reibschalen für Apotheker, zu Säulen, Dosen u. s. w. verarbeitet. Es giebt noch eine große Anzahl serpentinartiger Minerale, die sich hier anreihen lassen.

2) Familie des Augits.

§. 42. Diese Minerale haben eine Härte zwischen 4,5 bis 7 und Dichte = 2,8 bis 3,5. Ihre Farben sind vorherrschend dunkel, grün und schwarz und vor dem Löthrohre sind sie schmelzbar. Während Kieselsäure und Magnesia Hauptbestandtheile sind, treten doch mitunter auch andere Oxyde, wie namentlich das Eisenoxyd und die Thonerde in beträchtlicher Menge hinzu, so daß es schwierig ist, solche Minerale nach den chemischen Bestandtheilen zu ordnen. Diese Augite bieten interessante Krystallverhältnisse dar, und erreichen nicht selten für sich eine massenhafte Verbreitung. Zugleich sind sie in vielen gemengten Felsarten enthalten, wie in Lava, im Basalt u. s. w. Die wichtigsten Minerale dieser Familie sind der Augit und die Hornblende, von welcher wieder mehrere Arten mit besonderen Namen vorkommen.

Der Augit krystallisirt in Säulen des vierten Systems und seine verschiedenen Arten kommen vorzugsweise in vulkanischen Verbindungen und deren Umgebung vor. Die bemerkenswertheren sind: der Diopsid, Diallog, Hypersthen, Broncit und der Kokolith

Die Hornblende stimmt im Krystallsystem mit dem vorhergehenden Mineral überein, und zeigt auch in chemischer Zusammensetzung und Farbe große Aehnlichkeit mit demselben. Der Asbest, Amianth und der Bergkork sind als Arten von Hornblende zu betrachten, die in außerordentlich feinen Nadeln krystallisirt sind. Man vermischt die biegsamsten Arten des Asbests mit Flachs, verfertigt daraus Gespinnste und Zeuge, aus welchen nachher der Flachs ausgebrannt wird. Es sind dieses die sogenannten unverbrennlichen Zeuge, deren man sich bei Feuersgefahr bedienen kann. Im Alterthume wurden die Leichname der Reichen in solche Zeuge gehüllt und verbrannt, wodurch ihre Asche gesondert blieb.

12te Gruppe: Alumium.

§. 43. Hier begegnen wir nun einer außerordentlich großen und zahlreichen Gruppe, die deshalb in mehrere Familien abgetheilt werden muß. Nur bei der geringeren Anzahl der hierher gehörigen Minerale ist jedoch das Oxyd des Alums, die Thonerde, für sich allein der vorherrschende Bestandtheil. Da-

gegen ist sie dieses in Verbindung mit der Kieselsäure, und der beträchtl'che Gehalt an Kieselsäure macht es mitunter zweifelhaft, ob ein Mineral eher zur Kieselgruppe zu rechnen sei, als zur obigen. Neben einer großen Anzahl den Gewerben und dem Landbau wichtiger Minerale finden wir hier nächst dem Diamant die kostbarsten Edelsteine, wodurch die große Verschiedenheit der Thonerdeminerale schon angedeutet ist.

1) Familie: Korunde.

§. 44. Minerale, die aus reiner Thonerde ($Al_2 O_3$) bestehen, kommen in verschiedenen Formen vor: 1) Krystallisirt als Saphir, der in verschiedenen Abänderungen des Sechseck-Systems sich findet. Derselbe ist spaltbar, hat muschligen Bruch: H. = 9; D. = 4; ist vollkommen durchsichtig, von starkem Glasglanz und schöner blauer Farbe, kommt jedoch auch roth, gelb, grün, weiß vor und ganz besonders schätzt man die mit dem Namen Rubin bezeichnete rothe Art. Die ausgezeichneten Eigenschaften machen den Saphir zu einem sehr geschätzten Edelstein, der sich in kleineren Krystallen zwar auch in Deutschland, am ausgezeichnetsten aber im aufgeschwemmten Lande und im Sande der aus solchem entspringenden Flüsse, namentlich in Ostindien findet.

2) Der gemeine Korund findet sich in rauhen, kaum durchscheinenden, meist trüb oder unrein gefärbten Krystallen in Massengesteinen eingewachsen, und wird seiner Härte wegen gepulvert und zum Schleifen und Poliren der Edelsteine angewendet. 3) Der Smirgel bildet dichte oder körnige Massen, die u. a. in Sachsen im Glimmerschiefer eingewachsen vorkommen. Er ist wenig glänzend und von blaugrauer Farbe. Sein Pulver wird sehr häufig zum Schleifen und Poliren benutzt.

2) Familie: Alaune.

§. 45 1) Der Aluminit ($Al_2O_3, SO_3 + 9HO$) ist basisch schwefelsaure Thonerde, und wird als weiße, erdige Masse, jedoch in geringer Menge gefunden. 2) Die schwefelsaure Thonerde ($Al\ O_3,\ 3SO_3 + 18HO$), auch Federalaun genannt, bildet haarförmigen krystallinischen Ueberzug oder poröse und dichte Massen. 3) Der Alaunstein, der aus Thonerde, Kali und Schwefelsäure besteht, krystallisirt im Sechseck-System als Rautenflächner, und wird besonders bei Rom gefunden und zur Gewinnung des römischen Alauns benutzt, der kein Eisen enthält und dadurch lange vorzugsweise geschätzt wurde, bis die Fortschritte der Chemie auch anderwärts eisenfreien Alaun darzustellen lehrten. 4) Alaun ($KaO, SO_3 + Al\ O_3, 3\ SO_3$), wie wir ihn in §. 87 der Chemie kennen lernten, kommt ebenfalls in der Natur gebildet und als regelmäßiger Achtflächner krystallisirt vor. Interessant ist es, daß man mehrere Minerale findet, in welchen das Kali fehlt, dagegen vertreten ist durch andere Basen, wobei die Krystallform nicht im mindesten geändert wird. Man unterscheidet auf diese Weise:

Kali-Alaun .... = $KaO, SO_3 + Al_2 O_3, 3 SO_3 + 24 HO$,
Natron-Alaun .. = $NaO, SO_3 + Al_2 O_3, 3 SO_3 + 24 HO$,
Ammoniak-Alaun = $NH_3, SO_3 + Al_2 O_3, 3 SO_3 + 24 HO$,
Mangan-Alaun . = $MnO, SO_3 + Al_2 O_3, 3 SO_3 + 24 HO$,

eine Reihe von Verbindungen, deren Formeln die größte Gleichmäßigkeit in ihrer Zusammensetzungsweise darbieten. Von Verbindungen, die wie die vorstehenden verschiedene Bestandtheile enthalten und in gleicher Form krystallisiren, sagt man, sie sind isomorph, d. i. gleichgestaltig, und wir werden später noch mehrere Beispiele des Isomorphismus kennen lernen.

Auch phosphorsaure Thonerde findet sich krystallinisch unter dem Namen Wawellit.

3) Familie: Spinelle.

§. 46. Diese Minerale sind Verbindungen von Thonerde und Magnesia, welche durch die Formel $MgO + Al_2 O_3$ vorgestellt werden und worin die Thonerde gleichsam die Stelle einer Säure vertritt. Sie krystallisiren als regelmäßige Achtflächner und in Abänderungen derselben, und zeichnen sich durch (H. = 8; D. = 3,8) Härte, Glanz und Durchsichtigkeit in hohem Grade aus, so daß sie als werthvolle Edelsteine gehalten werden. Man unterscheidet nach der Farbe verschiedene Arten des Spinells, von welchen der rothe, edler Spinell, auch Rubin-Spinell genannt, der geschätzteste ist, und in Ostindien vorzugsweise gefunden wird. Außerdem kennt man noch blauen, grünen und schwarzen Spinell.

4) Familie: Zeolithe.

§. 47. Die Zeolithe, d. h. Kochsteine, weil sie sämmtlich Wasser enthalten, welches beim Erhitzen derselben Aufschäumen verursacht, sind meistens weiß, glasglänzend, durchsichtig und haben eine Härte von 3,5 bis 6,5 und eine Dichte von 2 bis 3. Ihre Hauptbestandtheile sind Kieselerde und Thonerde. Während sowohl ihre chemische Zusammensetzung, namentlich aber die Mannichfaltigkeit und Eigenthümlichkeit ihrer Krystallformen viel Interesse erregen, ist kein Glied dieser Familie durch massenhafte Verbreitung oder technische Verwendung wichtig. Wir müssen uns darauf beschränken, nur einige der bekannteren Zeolithe anzuführen, wie den Analzim, den Harmotom oder Kreuzstein, wegen seiner kreuzförmig zusammengewachsenen Krystalle, den Stilbit, Chabasit, die Mesotype, wie den natronhaltigen Natrolith, Prehnit, Thomsonit u. s. w.

5) Familie: Thone.

§. 48. Unter Thon versteht man die chemischen Verbindungen von Kieselerde mit Thonerde ($Al_2 O_3 + SiO_3$), wie in der Chemie §. 87. bereits erwähnt wurde, weshalb Thon und Thonerde wohl zu unterscheiden sind. Die Minerale, bei welchen Thon die Hauptmasse ausmacht, sind entweder krystallisirt und haben eine Härte bis 7,5, sind durchsichtig, glasglänzend, oder sie sind dicht oder

erdig. In beiden Fällen sind die Thone schwierig oder gänzlich unschmelzbar vor dem Löthrohre. Bemerkenswerth sind:

1) Der Andalusit bildet gerade rautige Säulen, H. = 7,5; D. = 3,1 bis 3,2 ist unschmelzbar und meistens fleischroth gefärbt. 2) Der Chiastolith oder Chi-stein, weil durch ein eigenthümliches Verwachsen von je vier seiner Krystalle auf deren Querschnitt eine dem griechischen Buchstaben Chi (X) ähnliche Zeichnung entsteht. 3) Der Disthen, der in Säulen krystallisirt, die dem 4ten System angehören, hat die Eigenschaft, mit bläulichem Lichte zu leuchten, wenn er ein wenig erwärmt wird. H.=5 bis 7; D.=3,5 bis 3,6.

Die folgenden sind erdige, durch Eisenoxyd oder dessen Hydrat gelb, roth oder braun gefärbte Thone, wie die Gelberde, die als Tüncherfarbe, und der Tripel, der zum Poliren und Putzen dient. Der Bolus, auch Lemnische- oder Siegelerde genannt, ist ein rother fettig anzufühlender, an der Zunge klebender Thon, der früher in der Medicin gebräuchlich war. Er dient als rothe Farbe, namentlich von Geschirren. Die Terra de Siena ist ein brauner, als Maler- und Druckfarbe benutzter Thon. Das Steinmark füllt in derben Massen die Spalten verschiedener Massengesteine aus, woher es seinen Namen hat.

Am werthvollsten von allen Thonen aber ist die Porzellanerde, auch Kaolin genannt ($3Al_2O_3$, $4SiO_3 + 6HO$), die, wie später gezeigt wird, aus verwittertem Feldspath entstanden ist und derbe erdige Massen bildet, die weiß oder nur blaß gefärbt, und namentlich frei von Eisen sind Dieses werthvolle Material zur Verfertigung des Porzellans findet sich in lagerähnlichen Räumen in Granit und anderem Gestein, jedoch nicht häufig. Vorzügliche Erden sind die von Aue, von Schneeberg und bei Meißen in Sachsen, Passau, Karlsbad, Limoges in Frankreich u. a. m. Daß China und Japan im Besitz solcher Erde sind, geht daraus hervor, daß wir von dort nicht allein zuerst das Porzellan, sondern auch den Namen Kaolin erhalten haben.

§. 49. Der gemeine Thon ist freilich für die Mehrzahl der Menschen noch wichtiger als die Porzellanerde. Zum Theil dieser noch sehr ähnlich, wird er Porzellanthon genannt, oder Pfeifenthon, wenn er weiß ist, Töpferthon, wenn er gröber und gefärbt ist. Aller Thon fühlt sich fett an und klebt an der Zunge, indem er begierig Wasser einsaugt und zurückhält. Noch stärker saugt er Fette ein, daher er zum Ausziehen der Fettflecke benutzt wird. Auch hat der Thon einen eigenthümlichen sogenannten Thongeruch, was man daher leitet, daß er die Fähigkeit besitzt, vorzugsweise Ammoniak aus der Atmosphäre anzuziehen. Der Thon ist unschmelzbar, und Thongesteine dienen deshalb als sogenannte feuerfeste Steine oder Gestellsteine zum Ausmauern von Räumen, die große Hitzegrade auszuhalten haben, wie Hoch- und Porzellanöfen, Flammöfen, Glasöfen u. s. w. Der erdige Thon wird zu Geschirren verschiedener Art (s. Chemie §. 88.) verarbeitet. Durch Beimischung von Kalk verliert der Thon mehr und mehr seine Eigenschaften, namentlich seine Unschmelzbarkeit, indem er in Lehm und Mergel übergeht.

Noch sei zum Schluß dieser Familie des **Bildsteins** (Agalmatholith) gedacht, eines Thonsteins, aus welchem die Chinesen ihre bekannten kleinen Götterbildchen (Pagoden) schnitzen, die nach unseren Begriffen eben keine erhabene Vorstellung von der Göttlichkeit gewähren.

6) Familie: Feldspathe.

§. 50. Der Name **Spath** ist sehr alt und soll wohl ein spaltbar krystallisirtes Mineral bezeichnen. Die hierher gehörigen Minerale haben in ihrer chemischen Zusammensetzung viele Aehnlichkeit mit den Zeolithen, wenn man von dem Wassergehalt der letzteren absieht. Ihre Härte geht bis 7, ihre Dichte bis 3,3. Sie sind meistens glasglänzend, gefärbt und vor dem Löthrohre schwierig schmelzbar. Bemerkenswerth sind:

1) Der **Feldspath** ($KaO, SiO_3 + Al_2O_3, 3SiO_3$) krystallisirt in sehr mannichfachen säulenartigen Formen, die vom unregelmäßigen Achtflächner, Fig. 12, abgeleitet werden. Er ist sehr vollkommen spaltbar, hat unebenen Bruch; H. = 6; D. = 2,5 und ist durchsichtig, glasglänzend, weiß oder fleischroth, auch wohl grün. Er findet sich sowohl in ausgebildeten zusammengehäuften Krystallen, als auch in größeren krystallinischen Massen. Am häufigsten tritt er dagegen als ein Gemengtheil verschiedener Felsarten, namentlich des Granits, Gneises und Syenits auf und ist dadurch besonders wichtig. Ein bläulich-grüner Feldspath von eigenthümlichem, innerem Perlmutterschein, wird **Adular** oder **Mondstein** genannt. Der nicht krystallisirte, sondern dichte Feldspath heißt **Feldstein** oder **Felsit**. Er ist weniger rein und macht gleichfalls einen großen Theil der Masse mehrerer Felsarten aus.

Der **Albit** ($NaO, SiO_3 + Al_2O_3, 3SiO_3$) ist Feldspath, der Natron anstatt Kali enthält. Auch er ist ein wesentlicher Bestandtheil vieler Felsarten. Von sehr ähnlicher Zusammensetzung ist auch der **Spodumen** oder Oligoklas. Der **Labrador** ist ausgezeichnet durch eine Farbenwandlung in blauen, grünen gelben und rothen Farben, nicht unähnlich, wie man sie am Halse der Tauben und bei manchen Schmetterlingen sieht. Andere, wie der **Anorthit**, der **Leuzit**, der **Nephelin**, **Sodalit** und **Hauyn** mögen hier nur angedeutet werden.

Der **Lasurstein** oder Lapis Lazuli ist ausgezeichnet durch seine herrliche blaue Farbe. Er findet sich in Sibirien, Tibet, China und wird theils zu allerlei Bild- und Schmuckwerk, theils zermahlen als eine kostbare Farbe, **Ultramarin** genannt, angewendet. Seitdem man jedoch die Bestandtheile dieses Minerals auf chemischem Wege genau ermittelt hat, ist es gelungen, jene Farbe künstlich darzustellen. (S. Chemie §. 89.)

Die folgenden Minerale scheinen mehr Gemenge von Kieselsäure mit Feldspathstein zu sein, die durch große Hitzegrade meist glasig geschmolzen oder schlackig und schäumig aufgetrieben sind. Ein solches ist der **Obsidian** oder Bouteillenstein, von schwarz oder grünschwarzer, glasähnlicher Masse, der zu allerlei Gegenständen, wie Dosen, Knöpfen u. s. w. verarbeitet wird. Die

Südamerikaner verfertigen daraus ihre schneidenden Geräthe und Waffen. Der Bimsstein, der in der Nähe von Vulkanen stromartige Lager bildet, ist schaumig, glasig und dient bekanntlich zum Schleifen und Poliren, namentlich der weicheren Gegenstände, da seine Härte nur = 4,5 ist. Auch der Perlstein und Pechstein gehören zu diesen Bildungen.

7) Familie: Granate.

§ 51 Wir finden hier Minerale von sehr ausgezeichneter krystallinischer Ausbildung, die jedoch nicht in Massen erscheinen und den Gewerben entfernt bleiben. Ihre Härte ist 5 bis 7,5, ihre Dichte 2,6 bis 4,3. Meistens sind sie gefärbt und am Löthrohr schmelzbar. Neben dem Wernerit und Axinit ist namentlich der Turmalin, auch Schörl genannt, hervorzuheben. Er krystallisirt in sehr verwickelten Formen, die vom stumpfen Rautenflächner des Sechseck-Systems abgeleitet werden. Seine chemische Zusammensetzung läßt sich nicht wohl durch eine Formel ausdrücken, doch ist zu bemerken, daß er neben Kieselsäure und Thonerde, als Hauptbestandtheilen, nach Borsäure enthält. Besonders merkwürdig ist, daß ein Turmalinkrystall, wenn man ihn erwärmt, an dem einen Ende positiv und am anderen negativ elektrisch wird. Man findet Turmaline von allen Farben, und verwendet die durchsichtigen grünen und braunen zu Untersuchungen über gewisse Lichterscheinungen. Von dem Staurolith sei bemerkt, daß seine Krystalle öfter zu einem sehr regelmäßigen Kreuz verwachsen sind. Am bekanntesten jedoch ist der Granat, der in schönen Rauten-Zwölfflächnern krystallisirt, die dem regelmäßigen Systeme angehören. Seine Zusammensetzung ist kieselsaure Thonerde, verbundem mit einem anderen kieselsauren Metalloxyd, worin jedoch eine große Mannichfaltigkeit vorkommt, so daß man eine ganze Reihe verschiedener Granate, ähnlich wie die Alaune (§. 45.) hat, die aber in ihren physikalischen Eigenschaften ziemlich übereinstimmen. Ueberdies sind meistens mehrere derselben in der Masse mit einander vermengt. Die Granate sind unvollkommen spaltbar, haben muschligen Bruch; H. = 6,5 bis 7,5; D. = 3,5 bis 4,2; sind meistens undurchsichtig und kommen in allen Farben vor. Von allen wird der schöne dunkelrothe Granat am meisten geschätzt, der zu Halsketten, Ohrgehängen &c. sehr beliebt ist. Der größte Theil der im Handel befindlichen Granaten kommt aus Böhmen, aus der Gegend von Kulm. Andere bemerkenswerthe Minerale dieser Familie sind noch der Idokras und der Epidot.

8) Familie: Glimmer.

§. 52. Diese Familie ist sehr gut durch ihren Namen charakterisirt, denn ihre Minerale sind meistens als kleine, dünne Blättchen krystallisirt, die einen glimmernden Glanz haben. Diese Blättchen sind sehr spaltbar, biegsam und von geringer Härte, so daß die Glimmerarten sich meistens eigenthümlich glatt anfühlen. Die chemische Zusammensetzung läßt sich nicht wohl durch eine Formel ausdrücken; Kieselerde und Thonerde sind vorherrschend, doch enthalten sie häu-

fig eine beträchtliche Menge von Magnesia. Der Glimmer ist entweder farblos oder verschieden gefärbt, namentlich grün und schwarz.

Der gemeine oder Kaliglimmer ist außerordentlich verbreitet, besonders in verschiedenen Felsarten, wie er denn z. B. die glänzenden Blättchen in Granit, Gneiß und Glimmerschiefer ausmacht. In Sibirien kommt er als sogenanntes Marienglas in so großen Blättern vor, daß er zu Fensterscheiben dient. Von den verschiedenen Glimmerarten bemerken wir den Chlorit, der durch eine schöne grüne Farbe sich auszeichnet, und diese Farbe auch den Gesteinen ertheilt, von welchen er einen Gemengtheil ausmacht, wie namentlich dem Chloritschiefer.

9) Familie: Edelsteine.

§. 53. Hier finden wir, was außer dem uns schon bekannt gewordenen Diamant, Rubin und Saphir die Natur noch an krystallnem Schmuck zu bieten vermag. Die Minerale dieser Familie haben eine Härte von 7,5 bis 8,5; die Dichte = 2,8 bis 4,6; sie sind durchsichtig und meistens schön gefärbt und schwierig oder gar nicht schmelzbar. Es gehören hierher der meistens schön gelb gefärbte Topas, der blaßgrüne Chrysoberyll und der Smaragd, welcher durch eine herrlich grüne Farbe sich auszeichnet, sowie der Zirkon, der mit hyacinthrother Farbe am meisten geschätzt und Hyacinth genannt wird. Die Krystalle der beiden ersteren gehören dem System der rautigen Achtflächner an, die des vorletzten zum System des Sechsecks.

Zweite Ordnung: Schwere Metalle.

13te Gruppe: Eisen.

§. 54. Das Eisen bildet eine sowohl durch die Mannichfaltigkeit seiner Formen als auch durch die Mächtigkeit seines Auftretens bedeutende Gruppe. Seine Minerale haben eine bis 8,0 gehende Dichte und die Härte des Quarzes, sind meistens durchsichtig und gefärbt. Sie wirken auf die Magnetnadel, und geben mit Borax in der äußeren Löthrohrflamme ein dunkelrothes, in der inneren ein bouteillengrünes Glas. Ueber die Verwendung desselben zur Eisengewinnung giebt die Chemie (§. 90) hinreichenden Aufschluß. Die wichtigsten der hierher gehörenden Minerale sind:

1) Das gediegene Eisen, das nur selten in Lagern von unbedeutender Stärke, sodann in Körnern und Blättchen eingesprengt sich findet. Merkwürdig ist ganz besonders das Meteoreisen, nämlich Massen von gediegenem Eisen, die aus der Atmosphäre auf die Erde niedergefallen sind, und deren Gewicht von 171 Pfund bis 3000, ja 14,000 Pfund beträgt. Es sei bei dieser Gelegenheit der Meteorsteine überhaupt gedacht, die, mit wenig Ausnahme, gediegenes Eisen enthalten, und außerdem meist noch erdige Bestandtheile, wie Augit, Hornblende, Olivin u. a. m.

2) Das Magneteisen ($FeO + Fe_2O_3$), das als regelmäßiger Achtflächner krystallisirt und ausgezeichnet ist durch seine magnetischen Eigenschaften, kommt auch in dichten Massen von großer Ausdehnung vor, die Gebirgstheile bilden. Es ist eines der geschätztesten Eisenerze, namentlich zur Stahlbereitung.

3) Das Eisenoxyd (Fe_2O_3), auch Rotheisenerz genannt, krystallisirt im Sechseckſystem als Rautenflächner und dessen Abänderungen. Es hat einen lebhaften Metallglanz und giebt einen rothen Strich, sowie auch ein rothes Pulver. Es findet sich in verschiedenen Formen, nämlich krystallisirt als Eisenglanz, Eisenglimmer, sodann als faseriger Rotheisenstein, auch Glaskopf oder Blutstein genannt, als dichter, schuppiger und erdiger Rotheisenstein, welch letzterer auch Rotheisenocker heißt. Hat derselbe eine Beimischung von Thon, so heißt er rother Thon-Eisenstein, auch Röthel. Diese Minerale sind wichtige Eisenerze und dienen außerdem gemahlen als Polirmittel und rothe Farbe.

4) Das Brauneisenerz oder Eisenoxydhydrat ($Fe_2O_3 + 2 HO$) kommt nicht im deutlich krystallisirten Zustande vor. Doch hat der faserige Brauneisenstein feine haarförmige Krystalle, die zu traubenförmigen und kugeligen Gebilden vereinigt sind. Außerdem kommt dichter und erdiger Brauneisenstein vor, der durch Thongehalt in den braunen und gelben Thoneisenstein übergeht, wovon der als Farbe gebrauchte gelbe Ocker und in gleicher Anwendung die Umbra zu bemerken sind. Auch das Bohnerz, wegen seiner Absonderung in kleine rundliche Stücken, und das aus Sümpfen sich niederschlagende Rasen-Eisenerz gehören hierher, welch letzteres jedoch zur Eisengewinnung weniger werthvoll ist, als die vorhergehenden.

§. 55. Mit dem Schwefel kommt das Eisen in mehreren Verhältnissen verbunden in meistens schön krystallisirten und messingglänzenden Mineralen vor, die man Kiese nennt. Solche sind:

5) Der Magnetkies ($Fe_2S_3 + 5 FeS$), der als sechsseitige Säule krystallisirt und vom Magnet angezogen wird.

6) Der Eisenkies oder Schwefelkies (FeS_2), der im regelmäßigen System, namentlich als Fünf-Zwölfflächner und dessen Abänderungen krystallisirt, und eine Härte = 6 bis 6,5 hat, so daß er am Stahl lebhafte Funken giebt. Er findet sich sehr häufig, mitunter in ganz feinen Blättchen und Körnchen eingesprengt, z. B. in der Steinkohle, und liefert, indem er sich an der Luft, namentlich bei Gegenwart von Wasser, oxydirt, das schwefelsaure Eisenoxydul (Chemie §. 93), das alsdann unter dem Namen Eisenvitriol ebenfalls dem Mineralreich angehört.

Die übrigen Minerale des Eisens, deren es noch eine große Anzahl giebt, sind meistens wenig bedeutend als Massengesteine oder in ihrer Anwendung, weshalb sie zum Theil nur erwähnt werden, wie das Eisenblau (phosphorsaures Eisenoxyd) und der Grüneisenstein (dasselbe, wasserhaltig), sodann die Reihe der Verbindungen des Arsens mit Eisen, die Arsenikkiese, welche einen weißen Metallglanz besitzen. Solche sind das Arsenik-Eisen (Glanz-

Arsenikkies), der Skorodit, das Würfelerz, der schwefelhaltige Arsenikkies, auch Mispickel genannt.

In größerer Masse tritt dagegen wieder das kohlensaure Eisenoxydul ($FeO + CO_2$) auf, das im krystallinischen Zustande Eisenspath (Spatheisenstein) genannt wird, und vorzüglich zur Stahlbereitung dient. Dasselbe kommt auch in strahliger Bildung als Sphärosiderit vor.

Die unter dem Namen von Veroneser Grün als Malerfarbe benutzte Grünerde ist kieselsaures Eisenoxyd mit Kalk und etwas Magnesia. Das Chromeisen ($FeO + Cr_2O_3$), dessen Hauptmasse aus Chromoxyd besteht, und das meistens derbe, körnig-krystallinische Massen bildet, ist wichtig als das zu den Präparaten des Chroms (Chemie §. 103) dienende Mineral.

14te Gruppe: Mangan.

§. 56. Dieses Metall kommt vorzugsweise als Oxyd vor, und findet sich, außer den Mineralen, deren Hauptbestandtheil es ausmacht, in vielen anderen in geringer Menge als färbende Beimischung. Die geschmolzenen Minerale färbt es in der Regel violett, die derben braun bis schwarz. Die wichtigeren sind:

Der Pyrolusit (Mangan-Ueberoxyd; MnO_2), gewöhnlich auch Braunstein genannt, der als gerade rautige Säule krystallisirt, jedoch meistens nur in nadelförmig gehäuften Krystallmassen erscheint. Seine Farbe und sein Strich sind eisenschwarz; die Härte = 2 bis 2,5; Dichte = 4,9. Der Name Braunstein, der für dieses Mineral ganz unpassend ist, wurde von einem der folgenden auf dasselbe übertragen. Die werthvolle Verwendung desselben, namentlich bei der Darstellung des Chlors, lernten wir bereits in der Chemie §. 35 und 94) kennen.

Das Manganoxyd-Oxydul ($MnO + Mn_2O_3$), auch Hausmannit genannt, krystallisirt als Quadrat-Achtflächner, ist braunschwarz bis schwarz, mit einem braunrothen Strich, und kommt meist mit dem vorhergehenden gemengt vor. Der Braunit oder das Manganoxyd, mit derselben Krystallform, hat eine dunkel bräunlich schwarze Farbe und gleichen Strich. Eine Beimengung dieser beiden Minerale macht den Pyrolusit natürlich weniger werthvoll, weshalb beim Einkauf desselben auf Farbe und Strich sehr zu achten ist. Von geringerer Bedeutung für die Technik ist der Manganit oder das Manganoxydhydrat. Ohne Anwendung sind dagegen der Manganglanz oder Schwefelmangan, der Manganspath (kohlensaures Manganoxydul), das kieselsaure Manganoxydul u. a. m.

15te Gruppe: Kobalt.

§. 57. Die Minerale dieses seltneren Metalls sind vorzugsweise Schwefel- und Arsenverbindungen, die undurchsichtig und gefärbt sind und mit Borax am Löthrohr ein schönes blaues Glas geben. Solche sind: Der Kobaltkies oder Schwefelkobalt (Co_2S_3), der weißen Metallglanz hat und als regelmäßiger Achtflächner krystallisirt; der Speiskobalt oder Arsenikkobalt ($CoAs_2$), der

als Würfel vorkommt, mit weißem Metallglanz und besonders im sächsischen Erzgebirge sich findet; der Arsenik-Kobaltkies ($CoAs_3$); die **Kobaltblüthe** oder wasserhaltiges, arsensaures Kobaltoxyd; der **Glanzkobalt** ($CoS_2 + CoAs_2$), als Fünfeck-Zwölfflächner krystallisirend, mit Metallglanz, weiß in's Röthliche und öfter bunt angelaufen; endlich der **Erdkobalt**, derbe oder erdige Masse von schwarzer Farbe, die ein Gemenge von Kobaltoxyd, mit viel Manganoxyd, sodann Eisen- und Kupferoxyd ist. Alle diese Minerale werden zur Gewinnung des Kobalts, namentlich aber zur Darstellung des Kobaltglases, **Smalte** genannt, benutzt (Chemie §. 95).

16te Gruppe: Nickel.

§. 58. Die Minerale dieser Gruppe sind nicht häufiger, als die vorhergehenden, mit welchen sie meist unter denselben Verhältnissen vorkommen. Auch enthalten sie in der Regel eine kleine Beimengung von Kobalt, so daß sie mit Borax ein blaues Glas geben. Zu bemerken sind:

Der **Schwefelnickel** (NiS) oder Haarkies, da er haar- oder nadelförmige Krystalle bildet; der **Roth-Arseniknickel** ($NiAs$), auch Kupfernickel genannt, der selten krystallisirt, sondern meist derbe kugelige oder traubige Massen bildet, die kupferrothen Metallglanz haben; der **Weiß-Arseniknickel** ($NiAs_2$) hat zinnweißen Metallglanz; der **Nickelocker** oder arseniksaures Nickeloxyd; der **Nickelglanz** oder Weißnickelerz ($NiS_2 + NiAs_2$) hat bleigrauen Metallglanz. Außerdem kommt das Nickel in Verbindung mit mehreren Metallen vor, von welchen wir den Antimonnickel ($NiSb$), den **Nickel-Antimonglanz** ($NiS_2 + NiSb_2$), den Nickel-Wismuthglanz und den Eisennickelkies bemerken.

Diese sämmtlichen Minerale sind wenig reine chemische Verbindungen, sondern enthalten stets bald mehr, bald weniger Beimengungen von Eisen, Kupfer, Kobalt, Blei u. a. m. Die Nickelerze dienen zur Fabrikation des zu Neusilber verwendeten Nickelmetalls. Sie finden sich im Erzgebirge und außerdem besonders in Riechelsdorf in Hessen.

17te Gruppe: Kupfer.

§. 59 Dieses Metall bildet eine reiche Gruppe von Mineralen, denn es tritt nicht nur in größerer Masse, sondern auch in mannichfaltigen Verbindungsverhältnissen auf. Von diesen wird jedoch nur die Minderzahl zur Gewinnung des Kupfers benutzt. Die Härte geht in dieser Gruppe von 2 bis 4 und die Dichte bis 6, und an dem Löthrohr läßt sich metallisches Kupferkorn aus denselben darstellen. Als die wichtigeren sind anzuführen:

1) **Gediegen Kupfer**, das selten Krystallform erkennen läßt, sondern meist in eigenthümlichen, stänglichen, baum- oder moosartigen Bildungen vorkommt, mitunter in größerer Menge, so daß es zur Metallgewinnung eingeschmolzen wird. Das **Roth-Kupfererz** oder Kupferoxydul (Cu_2O) krystallisirt als regelmäßiger Achtflächner mit schön rother Farbe und giebt ein sehr vorzügliches Kupfer, während die **Kupferschwärze** (Kupferoxyd) in geringerer

Menge sich findet. Der Kupferglanz ist Schwefelkupfer (CuS), das in geraden rautigen Säulen mit schwärzlich-bleigrauem Metallglanz erscheint und zur Kupfergewinnung benutzt wird.

Geringe Bedeutung haben dagegen mehrere lösliche Kupfersalze, die in unbedeutender Menge durch Zersetzung mancher Kupfererze, namentlich des Schwefelkupfers, entstehen. Sie finden sich besonders in der Nähe von Vulkanen, aus deren Spalten Dämpfe entweichen, die Salzsäure und schweflige Säure enthalten. Solche Salze sind der Kupfervitriol (CuO, SO_3), verschiedene phosphorsaure und arseniksaure Kupferoxyde (Linsenerz), das Chlorkupfererz u. s. w.

Zu den schönsten Mineralen gehören aber die beiden folgenden: Der Malachit oder kohlensaures Kupferoxyd ($CuO, CO_2 + HO$), der in unregelmäßigen, rautigen Säulen krystallisirt, die meistens zu faserigen, strahligen Gruppen vereinigt sind, hat eine schöne smaragdgrüne Farbe und Seidenglanz. Er kommt jedoch auch in derben und erdigen Massen vor, und wird theils zu Zierrathen, theils als Malerfarbe, und wo er in größerer Menge sich findet, zur Ausbringung von Kupfer benutzt.

Die Kupferlasur, welche kohlensaures Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat ist, findet sich in kurzen säulen- oder vielmehr tafelartigen Krystallen und in unregelmäßiger, derber und erdiger Masse. Dieses Material ist durch seine schöne kornblumenblaue Farbe ausgezeichnet und wird deshalb angewendet. Auch das Kieselkupfer ($_3CuO + {}_2SiO_3$) oder Kupfergrün hat eine schöne grüne Farbe.

Eine weitere Reihe bilden diejenigen Minerale, wo Kupfer mit anderen Metallen verbunden ist, wozu meistens noch Schwefel tritt, wie beim Wismuthkupfererz, Antimonkupferglanz, Zinnkies, Kupfer, Bleivitriol oder Bleilasur, sodann bei dem Bunt-Kupfererz, das aus Schwefeleisen und Schwefelkupfer besteht, in regelmäßigen Achtflächnern krystallisirt und Messingglanz hat, jedoch in der Regel in rothen und blauen Farben schön angelaufen ist, und mit welchem der als quadratischer Achtflächner krystallisirende Kupferkies ($CuS + Fe_2S_3$) viele Aehnlichkeit hat. Beide werden sehr häufig auf Kupfer benutzt.

Zum Schluß sei noch das Fahlerz angeführt, das im regelmäßigen System als Vierflächner (s. Fig. 7) krystallisirt, grauen Metallglanz hat und dessen Hauptbestandtheile Kupfer, Antimon, Schwefel und Arsen sind, zu welchen veränderliche Mengen von Eisen, Zink und Silber hinzutreten, wodurch es Fahlerze von mannichfacher Abänderung giebt. Dieselben werden auf Kupfer und die reicheren auch auf Silber benutzt.

18te Gruppe: Wismuth.

§. 60. Die Minerale dieses Metalls sind nach ihrer Verbreitung und Mannichfaltigkeit von untergeordneter Bedeutung. Man findet unter denselben gediegenen Wismuth, als regelmäßigen Achtflächner, das einen röthlich silberweißen Metallglanz und H. = 2 bis 2,5 und D. = 9,7 hat. Der Wismuthocker oder die Wismuthblüthe ist das Oxyd (Bi_2O_3) und kommt mit dem vorhergehen-

den namentlich im sächsischen Erzgebirge vor. Der Wismuthglanz oder Schwefelwismuth (Bi_2S_3) krystallisirt als gerade rautige Säule, und hat bleigrauen Metallglanz. Auch findet sich kohlensaures Wismuthoxyd und Wismuthblende, die aus dem kieselsauren Oxyd besteht, und von allen Erzen dieser Gruppe die größte Dichte = 5,9 besitzt. Das Wismuth hat nur geringe Anwendung.

19te Gruppe: Blei.

§. 61. Selten findet sich dieses Metall gediegen, aber häufig mit Sauerstoff, am meisten jedoch mit Schwefel verbunden in Mineralen von geringer Härte, aber bedeutender Dichte (4,6 bis 8), die vor dem Löthrohr leicht metallisches Blei und gelbliches Oxyd geben. Viele der hierher gehörigen Minerale kommen nur in unbedeutender Menge vor, wie z. B. Gediegen-Blei, Mennige oder Bleiocker, Schwerbleierz oder Blei-Ueberoxyd, Chlorblei u. a. m.

Dagegen ist der Bleiglanz oder das Schwefelblei (Pb S), die am häufigsten und in Masse vorhandene Bleiverbindung, die auch vorzugsweise zur Gewinnung des Metalls benutzt wird, dessen Anwendung wir bereits kennen lernten. Der Bleiglanz krystallisirt im regelmäßigen System, vorzugsweise als Würfel mit vielfacher Abänderung, er tritt jedoch auch in derben Stücken, die mehr oder weniger fein körnig bis dicht sind. Immer zeichnen sich diese Minerale durch ihr beträchtliches bis 7,6 gehendes specifisches Gewicht und einen bleigrauen, lebhaften Metallglanz aus.

Häufig führt der Bleiglanz Silber, das alsdann ausgeschieden wird (Chemie §. 107); auch Gold, Antimon, Eisen und Arsen sind ihm nicht selten beigesellt.

Eine ziemliche Reihe von Mineralen entsteht durch das Zusammentreten von Blei, Antimon und Schwefel in verschiedenen Verhältnissen, wohin das Blei-Antimonerz (Zinkenit), das Federerz, das Schwefelantimonblei u. a. m. gehören, die meist nach ihren Entdeckern benannt sind.

Von Bleioxydsalzen sind zu bemerken der Bleivitriol (PbO, SO_3), der im System des Rauten-Achtflächners krystallisirt und durch starken Glanz in weißer Farbe sich auszeichnet; das Weißbleierz oder kohlensaure Bleioxyd, in geraden rautigen Säulen krystallisirend und ebenfalls durch Diamantglanz und doppelte Strahlenbrechung merkwürdig. Indem wir die Verbindungen des Bleies mit den seltneren einfachen Stoffen übergehen, erwähnen wir noch das Rothbleierz oder chromsaure Bleioxyd (Chemie §. 103), welches am Ural krystallisirt vorkommt.

20ste Gruppe: Zinn.

§. 62. Das Zinn kommt nicht gediegen, sondern vorzugsweise als Zinnerz oder Zinnstein vor, der das Oxyd (SnO_2) ist. Dieses krystallisirt als quadratischer Achtflächner, dessen Abänderungen häufig zu Zwillingskrystallen mit einander verwachsen sind. Dieselben sind halbdurchsichtig bis undurchsichtig, von sehr lebhaf-

tem Glanz und entweder weiß oder meistens gefärbt bis in's Schwarze. In viel größerer Masse kommt jedoch das ebenfalls aus Zinnoxyd bestehende faserige Zinnerz als unregelmäßige Stücke von zartfaserigem Ansehen im sogenannten Seifengebirge vor. Cornwall in England und Ostindien sind besonders reich an Zinnerz, aus dem das Metall sehr leicht durch Zusammenschmelzen mit Kohle geschieden wird.

21ste Gruppe: Zink.

§. 63. Als Oxyd findet sich das Zink nur selten in Form krystallinischer Massen von rother Farbe, woher es Rothzinkerz heißt. Häufiger ist dagegen die Blende oder Zinkblende, welche aus Schwefel und Zink besteht (ZnS) und im regelmäßigen System meistens als schöner Rauten-Zwölfflächner krystallisirt. Die Blende hat muschligen Bruch; H. = 3,5 bis 4; D. = 4,1 und Diamantglanz. Die Farbe ist grün, gelb, roth, braun oder schwarz. Seinen Namen hat dieses Metall offenbar von seinem ausgezeichneten Glanz. Es wird zur Gewinnung des Zinks benutzt und kommt auch blätterig, faserig und strahlig in derben Massen vor.

Zinkvitriol ($ZnO + SO_3$) findet sich auch, jedoch in unbedeutender Menge, während das kohlensaure Oxyd als Zinkspath reichlicher auftritt. Derselbe krystallisirt im Sechseck-System als Rautenflächner, hat Glasglanz und ist weiß oder blaß gefärbt. Er wird vorzugsweise zur Fabrikation des Messings verwendet, was noch mehr bei dem folgenden der Fall ist. Der Galmey oder Kieselzink ist das gewöhnlichste aus Kieselsäure und Zinkoxyd bestehende Erz dieser Gruppe, welches als gerade rautige Säule krystallisirt. Dasselbe hat ebenfalls einen ausgezeichneten Glanz, und ist weiß aber doch blaß, meistens gelblich gefärbt. Beim Erwärmen werden die Krystalle in hohem Grade polarisch elektrisch und durch Reiben leuchtend.

22ste Gruppe: Chrom.

§. 64. Es ist auffallend, daß dieses Metall, mit welchem der Chemiker eine große Reihe prachtvoll gefärbter Verbindungen darstellt, nur durch eine sehr geringe Anzahl natürlicher Verbindungen vertreten ist. Hierin liegt wohl auch der Grund der späten Entdeckung des Chroms. Außer dem bereits erwähnten chromsauren Bleioxyd (§. 61) und Chromeisenstein (§. 55) ist nur noch des selten und in geringer Menge vorkommenden Chromockers (Chromoxyd = Cr_2O_3) zu gedenken. Außerdem haben jedoch manche Minerale einen kleinen Gehalt von Chrom als unwesentliche Beimischung.

23ste Gruppe: Antimon.

§. 65. Die Minerale der Antimongruppe erreichen eine Härte bis 6,6 und eine Dichte = 4; an dem Löthrohr geben sie einen Dampf, der einen weißen Ueberzug auf der Kohle bildet. Die selteneren Minerale sind: Gediegen-Anti-

mon, Antimonblüthe (SbO_3), auch Weißspießglanzerz genannt, und der Antimonocker ($SbO_4 + HO$).

Häufiger ist dagegen der Antimonglanz (SbS_3) oder graues Spießglanzerz, eine Verbindung des Metalls mit Schwefel, die im System des Rauten-Achtflächners krystallisirt. Die Krystalle sind meist lang, säulenartig, spießig oder nadelförmig zusammengehäuft und von bleigrauem Metallglanz. Dieses Metall dient zur Darstellung des metallischen Antimons und wird auch für sich in der Medicin angewendet.

Die Antimonblende, auch Roth-Spießglanzerz genannt, ist eine Verbindung von Antimonoxyd mit Schwefelantimon, und zeichnet sich durch die kirschrothe Farbe und den Diamantglanz seiner spießigen Krystalle aus, und gehört zu den selteneren Erzen.

24ste Gruppe: Arsen.

§. 66

Dies giftige Metall kommt in ziemlich zahlreichen metallischen Verbindungen vor, die wir größtentheils schon kennen lernten, wie z. B. das Arsenik-Nickel, Arsenik-Kobalt u. a. m. Die Minerale der Arsengruppe geben am Löthrohr einen weißen, stark nach Knoblauch riechenden Dampf, der aus giftiger arseniger Säure besteht. Zu bemerken sind:

Das Gediegen-Arsenik, welches nicht selten angetroffen wird, und zwar weniger krystallisirt, als in rundlichen derben und dichten Stücken. Es hat zinnweißen bis grauen Metallglanz, läuft jedoch an der Luft bald schwärzlich an; H. = 3,5; D. = 5,7. Sehr häufig ist demselben Antimon oder Silber beigemengt.

Als ein Erzeugniß aus dem vorhergehenden ist die Arsenikblüthe AsO_3, arsenige Säure) anzusehen, die jedoch nur in unbedeutender Menge erscheint, meistens in unregelmäßiger Form, mit diamantartigem Glanz und von weißlicher Farbe.

Realgar (AsS_2) oder rothes Rauschgelb ist das niedere Schwefelarsen, welches als unregelmäßige rautige Säule krystallisirt, aber auch in derben Massen erscheint. Es hat Fettglanz, eine lebhafte rothe Farbe und giebt einen gelben Strich. Man wendet es als Malerfarbe und zu Weißfeuer an. Das Auripigment (AsS_3) oder Operment ist das höhere Schwefelarsen, das selten krystallisirt, sondern meist in Massen von rundlichen Bildungen vorkommt, hat Fettglanz und eine lebhaft citronengelbe Farbe, weshalb es zum Malen benutzt wird (vergleiche Chemie §. 46).

25ste Gruppe: Quecksilber.

§. 67.

Obgleich flüssig, findet sich das Quecksilber dennoch gediegen und zwar in Gestalt von größeren oder kleineren Tropfen in den Höhlungen und Spalten von Schieferthon und Kohlensandstein, wie z. B. bei Moschellandsberg in Rheinbayern. Das meiste Quecksilber erhalten wir jedoch aus dem natürlichen Zinnober (HgS), der in krystallinischen, auch in traubenförmigen und derben

Massen sich findet. Seine H. = 2,5; D. = 8. Der Zinnober ist undurchsichtig, hat Diamantglanz und carminrothe Farbe, und giebt einen lebhaft scharlachrothen Strich. Beim Erhitzen färbt er sich schwarz, erhält jedoch nach dem Erkalten wieder eine rothe Farbe. Hauptfundorte desselben sind außer dem erwähnten in Rheinbayern, Almaden in Spanien, Idria in Krain, Mexico, China.

Seltener und von untergeordneter Bedeutung ist das natürliche Chlor-Quecksilber (Hg Cl) oder Quecksilberhornerz. Unter Lebererz versteht man ein in Idria vorkommendes Gemenge von Zinnober, Kohle und erdigen Theilen.

26ste Gruppe: Silber.

§. 68. In ziemlicher Mannichfaltigkeit seiner Minerale erscheint das Silber als eins der häufigeren Metalle, sowohl gediegen, als mit anderen Metallen legirt oder mit Arsen und Schwefel verbunden. Vor dem Löthrohr geben die Silbererze für sich oder mit Soda ein Silberkorn.

Das Gediegen-Silber bildet entweder kleine, dem System des Würfels zugehörige Krystalle oder krystallinische Gruppen, oder es stellt sich in allerlei sonderbaren, mitunter baum- oder moosartigen Formen, in Blättchen, unregelmäßigen Stücken und Körnern dar. Seine H. = 2,5 bis 3; D. = 10,3. Es hat die gewöhnlichen Eigenschaften des Silbers, ist jedoch meist gelblich bis braun angelaufen. Es findet sich in den meisten Ländern und wird in Deutschland mit den andern Silbererzen, namentlich im sächsischen Erzgebirge angetroffen. Die zur Silbergewinnung wichtigeren Erze sind:

Der Silberglanz (AgS) oder das Glaserz findet sich im System des Würfels krystallisirend, jedoch häufiger in unregelmäßigen Formen, von grauer bis schwarzer Farbe und Metallglanz. Auch kommt dieses Schwefelsilber erdig, unter dem Namen von Silberschwärze vor.

Antimonsilber, das 70 bis 80 Procent Silber enthält, findet sich in den Abänderungen der geraden rautigen Säule. Es hat silberweißen oder gelben Metallglanz, ist jedoch auch sehr häufig dunkel angelaufen.

Das Schwarzgültigerz ist eine Verbindung von Schwefelsilber mit Schwefelantimon, und führt an 70 Procent Silber. Es tritt in den Formen der geraden rautigen Säule und in unregelmäßigen Stücken auf, und hat bei Metallglanz eine eisenschwarze Farbe. Das wichtigste Silbererz ist jedoch das Rothgültigerz, welches aus Silber und Antimon mit Schwefel und Arsen besteht. Es krystallisirt in den Abänderungen des Rautenflächners, hat Diamantglanz, eine eisenschwarze bis carmoisinrothe Farbe, und giebt einen schönen carmoisinrothen Strich. H. = 2,5 bis 3; D. = 5,5 bis 5,8. Es enthält bis 58 und 64 Procent Silber.

Der Silber-Kupferglanz ist eine Verbindung von Schwefelsilber und Kupferglanz, der bis 52 Procent Silber hat und im rautigen System, in schwarzgrauen, metallglänzenden Krystallen vorkommt.

Wir führen nur noch die Namen einiger Minerale an, welche seltener und

deshalb von untergeordneter Bedeutung sind, wie das Chlorsilber (Silberhornerz), Bromsilber, kohlensaures Silberoxyd, Wismuth-Silbererz, Sternbergit, Polybasit u. a. m.

27ste Gruppe: Gold.

§. 69. Es ist gewiß merkwürdig, daß die Metalle, je edler sie sind, um so mehr vereinzelt und von den gewöhnlich vorkommenden Körpern getrennt erscheinen, gleichwie höher entwickelte geistige Naturen von den gemeineren immer entfernter stehen. So finden wir das Gold in der Regel gediegen, entweder krystallisirt in verschiedenen Formen des Würfels oder in den mannichfaltigsten Formen, worunter namentlich die moosartigen und baumartig verästelten, sodann unregelmäßige Stücke und Körner, sowie endlich der Sand und Staub zu bemerken sind, als welcher es in vielen Felsarten, wie z. B. im Granit eingesprengt ist und durch deren Zertrümmerung im Sande der Flüsse und im Gerölle des aufgeschwemmten Landes angetroffen wird.

Da in diesem Zustande die Dichte des Goldes bis 19,4 geht, so können selbst jene feinen Goldtheilchen gewonnen werden, wenn man den goldführenden Sand mit Wasser aufrührt. Aus diesem setzt sich zunächst das specifisch schwerere Metall nieder, und wird also, wie man sagt, ausgewaschen.

Am häufigsten ist noch dem Golde das Silber beigesellt, und man trifft natürliche Legirungen beider Metalle, die 0,16 bis 38,7 Procent Silber enthalten, was natürlich Unterschiede in Farbe und Dichte als Folge hat. Außerdem ist noch das Schrifterz zu bemerken, das neben Gold und Silber noch eins der selteneren Metalle, nämlich das Tellur, enthält.

Deutschland ist arm an Gold zu nennen, wie überhaupt Europa, das nur in Ungarn, bei Kremnitz, reiche Goldminen aufzuweisen hat. Dagegen sind Ostindien und Südamerika (Californien) reich an diesem Metall und ebenso der Ural. Auch in Australien sind in neuester Zeit reiche Goldlager aufgefunden worden. Als Merkwürdigkeit ist anzuführen, daß man dort mitunter Stücke Goldes von bedeutender Größe auffindet, wie z. B. im Jahre 1842 in dem Goldsandlager von Alexandrowsk bei Miask eine Masse von 86 Pfund. Stücke von 24 bis 13 Pfund und noch geringere werden öfter gefunden. Unter den Flüssen Deutschlands sind der Rhein, die Donau, die Isar und der Inn die bedeutenderen, welche Gold führen.

28ste Gruppe: Platin.

§. 70. Auch das Platin zeigt sich nur gediegen, und zwar selten von krystallinischer Bildung, als Würfel, sondern meistens in rundlichen Stücken und Körnern. Es sind demselben jedoch meistens eine Anzahl anderer Metalle beigemengt und zwar am reichlichsten Eisen, das 5 bis 11 Procent betragen kann. Die Dichte des Gediegen-Platins ist 17 bis 18 und seine Farbe stahlgrau. Es wurde zuerst im spanischen Amerika entdeckt, wo es nach dem Worte Plata, das Silber bedeutet, den Namen Platina, d. i. silberähnlich, erhielt. Reichlich fand man es

später am Ural, wo es in aufgeschwemmten Lagerungen, meistens in Geschieben von Serpentingesteinen vorkommt. Man hat dort Massen von 10 bis 23 Pfd. schwer angetroffen.

Dritte Klasse. Minerale organischer Verbindungen.

29ste Gruppe: Salze.

§. 71. In dieser kleinen Gruppe bemerken wir den Humboldit, der aus kleesaurem Eisenoxydul besteht, und den Honigstein, der die Verbindung von Thonerde mit einer eigenen aus Kohlenstoff und Sauerstoff (Formel = $C_3 O_4$) bestehenden Säure ist, die nach dem Mineral Honigsteinsäure genannt wird. Letzteres hat seinen Namen von der ihm eigenen honiggelben Farbe und krystallisirt in durchsichtigen, quadratischen Achtflächnern. Beide Minerale sind selten und ohne technische Bedeutung.

30ste Gruppe: Erdharze (Bitume).

§. 72. Es gehören hierher feste und flüssige organische Verbindungen, deren Charakter in dem chemischen Theile, bei den Harzen und flüchtigen Oelen (§. 171) im Wesentlichen geschildert worden ist. Dieselben sind die mehr oder weniger veränderten Produkte untergegangener Pflanzenwelten, was in dem Abschnitte über trockene Destillation der Pflanzenstoffe (Chemie, §. 170) bereits angedeutet wurde. Sie finden sich nur in den jüngsten Bildungen der Erdrinde. Bemerkenswerth sind:

Der Bernstein, ein fossiles Harz, das hauptsächlich in den Braunkohlenbildungen vorkommt, und zwar meistens mit Braunkohle zugleich. Die größere Menge desselben findet man lose am Meeresufer, von den Wellen ausgeworfen, oder mehr oder weniger entfernt vom Strande, in Sand und Lehm, und das Fischen und Graben des Bernsteins wird besonders an der Ostküste Preußens, von Danzig bis Memel lebhaft betrieben. Häufig trifft man Stücke von Bernstein, an welchem noch Holz- oder Rindestücke sitzen, auch schließt er mitunter Insecten, Nadeln und Zapfen ein, welche keinen Zweifel lassen, daß er von einer untergegangenen Art der Fichte abstammt. Seine übrigen Eigenschaften und Verwendung s. Chemie S. 320.

Seltener sind der Retinit, der fossile Copal, das Berg- oder Erdwachs, das elastische Erdpech, der Bergtalg oder Scheererit, der Idrialit u. a. m.

Das Erdöl, auch Steinöl oder Naphta genannt, welches wasserhell bis dickflüssig-schwarz erscheint, haben wir in der Chemie §. 171 beschrieben, wo auch bereits des Asphalts, Bitumens oder Judenpechs gedacht wurde.

II. Die Lehre von den Gesteinen und ihrer Lagerung.

Geognosie und Geologie.

§. 73. In der großen Reihe der seither betrachteten Minerale sind wir nicht selten solchen begegnet, die neben ihren besonderen Eigenschaften durch ihre massenhafte Verbreitung unsere Aufmerksamkeit erregten. So sind der Quarz, der Kalk, der Dolomit und viele andere nicht nur als regelmäßige Krystallgebilde von beschränkter Ausdehnung vorhanden, sondern häufiger in ungeregelter Form und in mächtigen Lagern. Da ist es nicht allein die Gestalt, der Glanz, die Härte, die Farbe u. s. w., die uns als das Wichtigste erscheinen, sondern Verhältnisse ganz anderer Art drängen sich als bemerkenswerth auf. Wir stehen jetzt nicht mehr vor den kleinen artigen und sorgfältig ausgebildeten Zierrathen des ungeheuren Baues der Erdrinde, sondern vor den mächtigen Fundamenten, Wänden und Säulen, aus welchen er zusammengefügt ist.

Zunächst ist nun wichtig, eben das Material dieses Baues zu untersuchen, und erst nachher die Art seiner Fügung.

§. 74. Wir nehmen als erwiesen an, daß die Erde ein kugelförmiger, an den Polen abgeplatteter Körper ist, dessen Durchmesser von Pol zu Pol 1713 Meilen beträgt. Die Oberfläche dieser Kugel berechnet man auf 9,282,000 Quadratmeilen, wovon ungefähr 7,200,000 mit Wasser bedeckt sind und 2,082,000 als Land erscheinen. Nach dem Gesetze der Schwere und der Beweglichkeit seiner Theilchen nimmt das Wasser eine ebene Oberfläche an, die nur in ihrer Gesammtheit betrachtet als Kugelfläche erscheint. Fassen wir dagegen den festen Theil der Erde in's Auge, so stellt dieser in höchst mannichfach wechselnder Weise sich dar. Aus den dem Meere ähnlich gedehnten Ebenen erheben sich entweder allmälig oder plötzlich beträchtliche Höhen, bald in ganzen Massen, bald nur in einzelnen Zügen oder Spitzen, und es gewähren also Steppen, Wüsten, Hochebenen, Hügelland, Gebirge mit Thälern, Abgründen mit steil ansteigenden Wänden und in den Wolken sich verlierenden Zacken und Gipfeln einen unendlichen Reiz, durch die stete Erneuerung anmuthiger und großartiger Bilder.

§. 75. Doch ist neben der äußeren Gestaltung der Gebirgsmassen eine Verschiedenheit ihrer Gesteine kaum minder auffallend. Wer inmitten vulkanisch erzeugter Gesteine und Gebirgsbildung, unter Granit, Basalt und Porphyren aufgewachsen ist, fühlt sich lebhaft überrascht, wenn er zum erstenmal die regelmäßig

geschichteten Wasserbildungen sieht, mit ihren plattenförmigen Kalk- und Sandsteinen mit ihren unzähligen Versteinerungen organischer Wesen.

Zahllose Beobachtungen wendeten sich deshalb der Kenntniß der Gesteine zu, und bis zu Höhen von 24,000 Fuß und in Tiefen von 1700 und gegen 3000 Fuß, und nach allen Richtungen auf ihrer Oberfläche ist die Erdrinde namentlich in den letzten funfzig Jahren untersucht worden. Der Hammer des unermüdlichen Geognosten klopfte überall an und allerwärts sammelte dieser die erhaltenen Antworten, so daß die Wissenschaft allmälig in den Stand gesetzt wurde, sich ein ziemlich bestimmtes Bild vom Bau der Erde und den dabei mitwirkenden Ursachen zu bilden.

Freilich ist eine genauere Untersuchung der Gesteine und ihrer Lagerung bis jetzt nur in Deutschland, Frankreich und England und ihren angränzenden Ländern vorgenommen worden, doch kennt man von Nordamerika, verschiedenen Punkten Asiens und Südamerikas hinreichend genug, um mit ziemlicher Sicherheit folgende wichtige Grundsätze aufzustellen:

Die Erdrinde besteht aus einer verhältnißmäßig nur geringen Anzahl verschiedener Gesteine; diese Gesteine sind an den verschiedensten Punkten der Erde einander gleich, sowohl hinsichtlich ihrer Art, als ihrer Lagerungsweise.

Während also die Pflanzen- und Thierwelt des Aequators, der gemäßigten Zone und der Polargegend die größten und auffallendsten Verschiedenheiten zeigen, verbreiten sich die Gesteine gleichmäßig über die ganze Erde. Die Granite Südamerikas, Heidelbergs und der Blöcke des höchsten Nordens sind einander vollkommen gleich.

§. 76. Nächst dieser allgemeinen Betrachtung des Aeußeren der Erde sind einige Blicke nach der inneren Beschaffenheit derselben besonders wichtig. Wir haben oben gesehen, daß es bis jetzt nur eine verhältnißmäßig höchst unbedeutende Tiefe ist, zu welcher man unter die Erdoberfläche eingedrungen ist. Nichts desto weniger hat man hierbei doch Gelegenheit, Beobachtungen zu machen, die zu bedeutenden Schlüssen berechtigen. Wir haben in §. 150 der Physik gesehen, daß die mittlere Temperatur in Deutschland + 9 bis 10° C. und am Aequator 27° C. beträgt, wobei natürlich die Temperatur der Meeresebene gemeint ist, da Erhöhungen über dieselbe stets eine mehr niedere Temperatur haben.

Auffallend ist es nun, daß, wenn an irgend einem Orte das Thermometer nur 4 Fuß tief unter die Erdoberfläche gebracht wird, dasselbe den Wechsel in der täglichen Temperatur nicht mehr anzeigt, sondern nur noch den jährlichen. In der Tiefe von 60 Fuß dagegen zeigt das Thermometer überall und beständig eine gleiche Temperatur, ohne daß selbst der heißeste Sommer oder der kälteste Winter eine Aenderung hervorbringen.

Diese sich stets gleichbleibende Temperatur ist also die von der Sonne unabhängige, eigenthümliche Erdwärme. Gehen wir von diesem Punkt abermals tiefer, und zwar um etwa 120 Fuß, so steigt das hunderttheilige Thermometer (Physik §. 121) um einen Grad. Dieses merkwürdige Zunehmen

der Erdwärme nach dem Mittelpunkte der Erde zu, welches für je weitere 120 Fuß je einen Grad beträgt, hat sich an den verschiedensten Punkten der Erde und für alle bis jetzt bekannte Tiefen bestätigt.

Wenn nun die Zunahme der Wärme in gleicher Weise auch in den tieferen unbekannten Theilen fortschreitet, so muß schon in einer Tiefe von 8 Meilen die Erdwärme 1800° C., folglich so hoch sein, daß Eisen schmilzt; in 12 Meilen Tiefe würde eine Temperatur von 2700° C. herrschen, bei welcher alle uns bekannten Körper feurig-flüssig sind.

Demnach scheint schon einfach aus dieser Betrachtung hervorzugehen, daß die innere Erdmasse feurig-flüssig und außen von einer erkalteten und dadurch erhärteten Rinde umgeben ist. Wir werden später sehen, wie noch manche andere Gründe dafür sprechen, und gedenken hier beiläufig nur der warmen Quellen, die um so heißer sind, aus je größeren Tiefen sie empordringen.

§. 77. Die aufmerksame Betrachtung der Erdrinde ging vorzugsweise von Deutschland aus, wo Werner, als Professor der Bergmannswissenschaft in Freiberg, zuerst sie anregte. Jene bedeutende Erfahrung über die Gleichmäßigkeit der Gesteine verdanken wir aber den Reisen des herrlichen Alexander von Humboldt und des unermüdlichen Leopold von Buch.

§. 78. Zur richtigen Erkennung eines Gesteins müssen wir dasselbe natürlich zunächst mineralogisch betrachten, d. h. seine chemischen Bestandtheile, Härte, Dichte rc. bestimmen. Dann aber ist auf die Form der Gesteine zu sehen, denn obgleich dieselben keine Krystalle bilden, so nehmen sie doch, im Großen betrachtet, je nach ihrer Art sehr eigenthümliche Gestaltungen an. Nachher ist die Art und Weise ihrer Lagerung von großer Bedeutung, und einen höchst wichtigen Beitrag zur Kenntniß und Unterscheidung der Gesteine liefern endlich die in vielen derselben zahlreich eingeschlossenen, versteinerten Pflanzen- und Thierkörper. So bestimmt sich denn die Reihenfolge in der Betrachtung unseres Gegenstandes auf folgende Weise: 1) Gesteinslehre, insbesondere. 2) Formenlehre. 3) Lagerungslehre. 4) Versteinerungslehre. Dies zusammengenommen bildet die Elemente der Geognosie. Nach deren Erläuterung können wir zur Lehre vom Bau der Erdrinde und von den verschiedenen großen Gebirgsbildungen und ihrem Zusammenhang übergehen, welche das System der Geognosie ausmachen.

Elemente der Geognosie.

A. Gesteinslehre.

§. 79. Indem wir uns bemühen, die Gesteine oder Felsarten kennen zu lernen, begegnen wir ähnlicher Schwierigkeit, wie sie bei dem Studium der Minerale

(§. 24) uns entgegentritt. Auch hier ist unmittelbare Anschauung, Sammlung, Bearbeitung des Gesteins mit dem Hammer, aufmerksame Beobachtung der Gebirge, Thäler, Flußeinschnitte, Steinbrüche, Bergwerke u. s. w. nothwendig zur lebendigen Begriffsbildung.

Die folgende Beschreibung der Gesteine verdient daher richtiger nur eine Andeutung derjenigen genannt zu werden, die vor allen wichtig sind. Eine Sammlung der Felsarten ist insofern leichter als eine Mineralsammlung anzulegen, da jene immer in Massen auftreten, und deshalb wohlfeiler sind. Wer es daher versucht hat, die Gesteine seiner Umgegend zu sammeln, wird ohne allzu große Opfer auch die der anderen Gebirgsbildungen sich verschaffen können. Als hülfreich und förderlich sind hierbei die am oben erwähnten Orte angeführten mineralogischen Institute zu empfehlen.

§. 80. Gestein nennen wir überhaupt jede Mineralmasse, die einen beträchtlichen Theil der Erdkruste bildet. Diese Massen sind ihrer Bildung nach zweierlei: entweder bestehen sie aus lauter kleinen Theilen (z. B. Krystallen, Körnchen, Blättchen u. s. w.) eines und desselben Minerals, oder es sind kleine Theile von zwei, drei oder vier verschiedenen Mineralen gleichmäßig mit einander vermengt. Dieselben sind hiernach in zwei Hauptgruppen, nämlich in einfache und in gemengte Gesteine zu unterscheiden. So z. B. ist der nur aus Kalkkörnchen bestehende Marmor ein einfaches Gestein; der Granit dagegen, in welchem wir Quarz-, Glimmer- und Feldspathkörnchen antreffen, ist ein gemengtes Gestein.

§. 81. Viele Ausdrücke, die uns bei der Beschreibung der Minerale schon geläufig wurden, wiederholen sich natürlicher Weise auch bei der der Gesteine. Körnig, spathig, faserig, blätterig, dicht, erdig u. a. m. sind solche bereits vielfach gebrauchte Bezeichnungen. Bei den gemengten Gesteinen ist jedoch in der Art der Mengung manches Eigenthümliche, das vor ihrer Beschreibung zu bemerken ist. Ihre verschiedenartigen Theile sind entweder krystallinisch mit einander verbunden, oder sie werden durch eine nicht krystallinische Masse zusammengehalten, ähnlich wie der Mörtel die Steine einer Mauer verbindet. Bei vielen ist der Zusammenhang sehr stark, bei anderen ist er dagegen nur gering, und man nennt diese lose Gesteine, wie z. B. Gerölle, Grus, Mergel u. s. w. Die Mengung selbst ist entweder deutlich und mit bloßem Auge leicht erkennbar, oder sie ist undeutlich, und wird dann nur mit bewaffnetem Auge oder auf chemischem Wege erkannt. Schieferig heißt ein Gestein, das sich nach einer Richtung besonders leicht spalten läßt, was gewöhnlich der Fall ist, wenn einer der Gemengtheile oder alle die Gestalt von Blättchen haben, und diese parallel gelagert sind. Eigenthümlich ist die porphyrartige Bildung. Man versteht darunter eine gleichartige Gesteinsmasse, welche einzelne Krystalle irgend eines Minerals enthält, so daß sie dadurch ein geflecktes Ansehn hat. Befinden sich in einem Gesteine größere oder kleinere Blasenräume, sogenannte Mandeln, die mit einem andern Minerale ganz oder theilweise ausgefüllt sind, so heißt das-

selbe mandelsteinartig; wenn aber jene Blasenräume häufig und leer sind, so nennt man die Gesteinsbildung schlackig.

Drusenräume sind größere, inwendig mit schönen Krystallbildungen ausgekleidete Zwischenräume in der Gesteinsmasse. Endlich muß noch der zufälligen Gemengtheile der Gesteine gedacht werden, worunter man das Auftreten einzelner Krystalle eines Minerals in einer Gesteinsmasse in so untergeordneter Weise versteht, daß dadurch seine Art im Ganzen keine Aenderung erleidet. So z. B. giebt es Granit, in welchem einzelne Granaten angetroffen werden, wodurch jedoch der Charakter des Granits nicht aufgehoben wird.

Eintheilung der Gesteine.

§. 82. Man kann die Gesteine nach verschiedenen Gesichtspunkten, z. B. in körnige, spathige, blättrige, u. s. w. eintheilen, doch ist vor Allem darauf zu sehen, daß ihre Anordnung ohne Trennung der hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung verwandten Gesteine stattfindet. Der Charakter eines Gesteins ist weit schwankender, als der eines Minerals, schon deshalb, weil nicht selten ein Gestein in das andere übergeht, wie z. B. dichter Kalk in körnigen Kalk oder Granit in Gneiß.

Im Allgemeinen behalten wir die im §. 80 erwähnte Abtheilung in einfache und gemengte Gesteine bei, und führen nur die wichtigsten Gesteine unter Beschreibung ihrer auffallendsten Merkmale nach Cotta auf.

I. Einfache oder gleichartige Gesteine.

§. 83 Dieselben sind in dem ersten Theile der Mineralogie bereits beschrieben worden. Wir beschränken uns deshalb darauf, hier die Namen der für die Geognosie bedeutenden mit Beifügung der betreffenden Paragraphen anzuführen. Durch gesperrten Druck sind die in größerer Masse auftretenden aus den übrigen hervorgehoben

1) Steinsalz §. 34. 2) Gyps §. 36. 3) Kalkstein §. 37. 4) Dolomit (Rauhwacke) §. 40. 5) Spatheisenstein §. 55. 6) Pechstein §. 50. 7) Obsidian §. 50. 8) Perlstein §. 50. 9) Felsit §. 50. 10) Quarz §. 31. 11) Augitfels §. 42. 12) Hornblendegestein §. 42. 14) Talkschiefer §. 52. 14) Chloritschiefer §. 52. 15) Serpentin §. 41. 16) Brauneisenstein §. 54. 17) Rotheisenstein §. 54. 18) Magneteisenstein §. 54. 19) Graphit §. 30. 20) Anthracit §. 30. 21) Schwarzkohle (Steinkohle) §. 30. 22) Braunkohle §. 30. 23) Torf §. 30. 24) Asphalt (Erdpech) §. 72.

B. Gemengte oder ungleichartige Gesteine.

a) Krystallinische.

25) Thonschiefer.

§. 84. Ein undeutliches Gemenge aus höchst feinen Theilen Glimmer, etwas Quarz, Feldspath und Talk, zuweilen mit kohligen Theilen, Hornblende oder Chlorit; meist gleichartig aussehend. Deutlich schieferig; Bruch splitterig bis erdig. Grau, grünlich grau, bläulich grau, violett, roth, braun, schwarz. Durch Verwitterung zuweilen gelblich. Das Pulver ist meist weiß, bei Gegenwart von viel Kohle jedoch auch schwarz. Zufällige Gemengtheile desselben sind: Chiastolith, Staurolith, Granat, Turmalin, Eisenkies.

Arten: Gemeiner Thonschiefer; Grauwackenschiefer: Dachschiefer, schwarzgrau, wird zum Dachdecken und zu Schreibtafeln benutzt; Wetzschiefer; Griffelschiefer; Zeichnenschiefer, enthält so viel Kohle, daß er weich ist, abfärbt und als natürliche schwarze Kreide benutzt wird; Alaunschiefer, besonders viel Kohle, Eisenkies und Thonerde enthaltend, wird zur Alaunfabrikation benutzt.

26) Glimmerschiefer.

§. 85. Ein deutliches Gemenge aus Glimmer und Quarz, welche lagenweise mit einander wechseln, oft in der Art, daß der Glimmer die Quarzblättchen einschließt. Schieferig, grau, weiß, gelblich, röthlich, bräunlich. Glänzend. Zufällige Gemengtheile, besonders: Granat, Talk, Chlorit, Feldspath, Hornblende, Turmalin, Staurolith, Eisenkies, Magneteisenerz, Graphit. Geht über in Gneiß, Thon-, Talk-, Chlorit- und Hornblendeschiefer.

Der Glimmer wird zuweilen durch andere Metalle vertreten, und dann entstehen z. B. folgende Gesteine: Talkglimmerschiefer; Eisenglimmerschiefer; Itakolumit oder biegsamer Sandstein vom Gebirge Itakolumi in Brasilien; Turmalinschiefer.

27) Gneiß.

§. 86. Dieses Gestein hat seinen Namen aus der Bergmannssprache erhalten, ohne daß demselben eine besondere Bedeutung untergelegt wurde. Man bezeichnet damit ein Gemenge aus Quarz, Glimmer und Feldspath. Quarz und Feldspath bilden körnige Lagen, welche durch Glimmerblätter oder Schuppen von einander getrennt sind. Er ist schieferig, grau, weiß, gelblich, röthlich, grünlich, u. s. w. Zufällige Gemengtheile: Granat, Turmalin, Epidot, Andalusit, Eisenkies, Graphit u. a. m. Bildet Uebergänge in Glimmerschiefer und Granit.

Der Talkgneiß enthält anstatt des Glimmers Talk.

28) Granit.

§. 87. Das körnige Aussehen dieses Gesteins hat ihm schon frühe seinen Namen, von Granum (Korn) abgeleitet, erworben. Der Granit ist ein Gemenge aus Quarz, Feldspath und Glimmer, worin jedoch die Blättchen des letzteren nicht parallel liegen und deshalb kein schieferiges Gefüge veranlassen. Er ist grau, röthlich, gelblich, grünlich, weiß. Zufällige Gemengtheile: Turmalin, Hornblende, Andalusit, Pinit, Epidot, Granat, Topas, Graphit, Magneteisenerz, Zinnerz u. a. m. Er bildet Uebergänge in Gneiß, Syenit und Porphyr und hat folgende Arten:

Porphyrartiger Granit, mit einzelnen großen Feldspathkrystallen; Schriftgranit, wegen der schriftähnlichen Zeichen, die der in den Feldspath verwachsene Quarz bildet, kommt u. a. bei Auerbach an der Bergstraße vor. Protogyn, Gemenge aus Feldspath, Quarz und Talk. Granulit; meist etwas schieferiges Gemenge aus Felsit und Quarz. Greisen, Gemenge aus Quarz und Glimmer, meist mit Zinnerz und Arsenikkies.

Der Granit ist wegen seiner Härte vorzüglich zum Straßenbau, weniger zu Mauerwerk geeignet, da er sich nur schwierig bearbeiten läßt. Er ist jedoch mehrfach in großen Blöcken und Säulen zu Monumenten verwendet worden. Der verwitterte Granit liefert einen fruchtbaren Boden.

29) Syenit.

§. 88. Deutliches Gemenge aus Feldspath und Hornblende. Häufig gesellen sich dazu auch Quarz und Glimmer, so daß das Ganze dann Hornblende-Granit genannt werden könnte. Ganz charakteristisch ist ferner eine Beimischung von sehr kleinen braunen Titanitkrystallen. Er ist körnig, röthlich oder grünlich. Zufällige Gemengtheile wie bei dem Granit. Er bildet Uebergänge in Granit, Hornblendegestein und Porphyr. Als Arten unterscheidet man den porphyrartigen und den schieferigen Syenit.

Der Syenit wird wie Granit verwendet, dem er jedoch wegen seiner schöneren Zeichnung zu Bauverzierungen vorgezogen wird. Aus einem röthlichen Syenit sind namentlich die zahlreichen und großen Bauwerke und Monumente in Oberägypten gefertigt, woher auch von Syene die Benennung des Gesteins abgeleitet ist. Berühmt ist die 40 Fuß lange Riesensäule aus Syenit im Odenwalde.

30) Grünstein.

§. 89. Dieses Gestein, welches auch als Grünsteinschiefer (Trapp, Diabase) bezeichnet wird, ist ein deutliches und undeutliches Gemenge aus Amphibol (Broncit, Hypersthen, Schillerspath) mit Felsit und entweder körnig oder dicht, schieferig auch porphyrartig; zuweilen blasig oder mandelsteinartig, indem die Blasenräume mit Kalkspath erfüllt sind. Die Farbe ist grün bis schwarz, auch

dunkelgrau; zufällige Gemengtheile sind besonders häufig: Eisenkies, außerdem Quarz, Glimmer, Granat, Epidot, Magneteisen.

Arten desselben sind: Diorit, ein deutliches Gemenge aus Hornblende und Albit, oft mit Eisenkies; dasselbe Gestein von schieferigem Gefüge heißt Dioritschiefer. Aphanit, scheinbar gleichartiges dichtes Gemenge aus Amphibol und Albit, zuweilen mandelsteinartig, geht durch das Hervortreten einzelner Albit- oder Hornblendekrystalle in Aphanitporphyr über. Gabbro, körniges Gemenge aus Labrador und Diallag, zuweilen Titaneisen und Serpentin enthaltend. Wacke, bräunliches oder schmutzig grünliches Gestein, dicht bis erdig, zuweilen blasig, schlackig oder mandelsteinartig; wahrscheinlich durch Zersetzung von Grünsteinarten entstanden.

Die Grünsteine werden als Bausteine benutzt; einige derselben, die zum Theil in's Porphyrartige übergehen, findet man unter dem Namen Porfido verde antico zu Kunstgegenständen verarbeitet.

31) Porphyr.

§. 90. Eine dichte Felsitmasse, enthält einzelne Krystalle von Feldspath, Quarz, seltener Glimmer oder Hornblende, mehr zufällig Granat oder Eisenkies. Sein Gefüge ist porphyrartig (s. §. 81), die Farbe röthlich, gelblich, bräunlich, vielfarbig. Nicht alle Gesteine, welche die Bildhauer der Alten mit jenem Namen bezeichneten und zu Kuustwerken verwendeten, stimmen mit unserem Porphyr überein.

Die Porphyre werden vielfach als Bausteine, zum Straßenbau u. a. m. benutzt. Durch Verwitterung geben sie einen kalihaltigen meist sehr fruchtbaren Boden.

Arten desselben sind: Der Quarzporphyr oder rothe Porphyr (Porfido rosso antico), besteht aus dichter Felsitgrundmasse mit Quarz- oder Feldspathkrystallen, und ist meist gelb, roth oder braun. Glimmerporphyr, dichte Felsitgrundmasse mit Glimmer- und Feldspathkrystallen. Syenitporphyr, dichte oder krystallinische Felsitmasse, mit Feldspath- und Hornblendekrystallen. Pechsteinporphyr, hat Pechstein als Grundmasse, schließt Krystalle von glasigem Feldspath und Quarz ein.

Bemerkenswerth ist, daß mehrere der schön gefleckten Porphyre zu Kunstgegenständen verarbeitet werden, wie namentlich zu Säulen, Tischplatten, Vasen, Urnen, Schalen u. s. w., mitunter von außerordentlicher Größe. Am berühmtesten sind die Porphyrwerke von Elfdalen in Schweden und Kolywan im russischen Asien.

32) Melaphyr.

§. 91. Derselbe kann zugleich Augitporphyr oder schwarzer Porphyr, zum Theil auch Mandelstein genannt werden, und ist ein dichtes oder etwas krystallinisches,

meist undeutliches Gemenge aus Augit und Labradorfeldspath, oft durch einzelne Krystalle von Labrador und Augit porphyrartig, dabei dunkel, bräunlich, grünlich oder schwarz. Als zufällige Gemengtheile: Glimmer, Eisenkies, niemals Quarz. Als Arten sind der dichte Melaphyr und der porphyrartige zu unterscheiden, sowie der Mandelstein. Letzterer enthält in der meist gleichartigen Hauptmasse theilweise oder ganz ausgefüllte Blasenräume. Diese sind entweder ganz unregelmäßig, kugelförmig, oder alle nach einer Richtung in die Länge gezogen, oder birnförmig mit den spitzen Enden nach unten gerichtet. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß sie durch Gasentwickelung im Innern des Gesteins entstanden sind Die Ausfüllung der Blasenräume besteht aus Kalkspath, Chalcedon, Achat, Quarz, Zeolith, Chabasit u. a m., welche theils den Wänden parallele Lagen oder Drusen, theils unregelmäßige Massen, gleichförmige Ausfüllungen, oder traubige, tropfsteinartige Körper bilden.

Der Melaphyr wird zum Bau von Straßen und Häusern verwendet. Er verwittert nicht leicht, giebt jedoch einen sehr fruchtbaren Boden.

33) Basalt.

§. 92 Das meistens undeutliche, selten deutliche Gemenge aus Augit und Feldspath wird auch Basanit und zum Theil Trapp genannt. Zu den genannten Bestandtheilen gesellen sich in der Regel noch Olivin und Magneteisen. Der Basalt ist dicht, porphyrartig, körnig, mandelsteinartig, schlackig; schwarz, grünlich-schwarz, grauschwarz, braunschwarz; gewöhnlich fest und schwer. Man unterscheidet den gemeinen Basalt, der dicht und scheinbar gleichartig ist, und den Dolerit, der ein deutlich gemengter Basalt ist, der namentlich Augit und Feldspath unterscheiden läßt. Zufällig enthält er neben Olivin und Magneteisen: Nephelin, Leucit, Glimmer und Eisenkies. Der basaltische Mandelstein hat Blasenräume, in welchen besonders Zeolith u. a. m. enthalten sind.

Der Basalt liefert wohl unter allen Felsarten das beste Material zum Straßenbau. Für Mauerwerk ist der dichte Basalt zu schwer, während dagegen der schlackige Basalt dazu vortrefflich geeignet ist. Feinere Kunstwerke werden aus demselben nicht dargestellt. Man begegnet diesem letzteren in Deutschland bei erloschenen Vulkanen, namentlich im Siebengebirge, im südlichsten Schwarzwald (Kaiserstuhl), in der Rhön und in Böhmen und verwendet ihn als trockenen Baustein, sowie die leichten Sorten zum Ausfüllen von Kuppeln und Gewölben. Berühmt ist der poröse Basalt, der in der Nähe von Coblenz (Niedermending) gebrochen und zu vortrefflichen Mühlsteinen benutzt wird. Verwittert giebt der Basalt einen höchst fruchtbaren, namentlich durch seine dunkele Farbe sehr warmen Boden.

34) Phonolith

§. 93. oder Klingstein heißt dieses Gestein, weil es beim Anschlagen mit dem Hammer meist einen hellen Klang giebt Der Phonolith ist ein scheinbar gleichartiTranscribed

ges Gemenge aus Felsit und Natrolith; dicht, schieferig, porphyrartig durch Feldspathkrystalle, selten blasig. Auf dem Bruch ist er splitterig bis muschelig, glasartig bis erdig; grünlich-grau, grau, schwärzlich-grau. Besonders eigenthümlich ist diesem Gesteine eine weiße erdige Verwitterungsrinde, welche fast alle an der Oberfläche liegenden Stücke umgiebt. Zufällige Gemengtheile: Hornblende, Augit, Magneteisenerz, Titanit, Leucit, Glimmer, und in Drusen und Blasenräumen hauptsächlich Zeolithe. Das Gestein geht über in Trachyt und nähert sich auch dem Basalt. Als Arten unterscheidet man den dichten Phonolith, den Porphyrschiefer, den porphyrartigen Phonolith und den zersetzten, der ein weiches, fast erdiges Gestein ist, und ähnlich wie die oben erwähnte weiße Verwitterungsrinde, eine Art Porzellanerde darstellt.

Der häufig in Platten sich absondernde Phonolith wird als Baustein, mitunter selbst zum Dachdecken, dagegen weniger zum Straßenbau benutzt. Der aus seiner Verwitterung hervorgehende helle, thonige Boden ist dem Ackerbau wenig günstig.

35) Trachyt.

§. 94. Undeutliches und unbestimmtes, meist etwas körniges Gemenge, in welchem Felsit vorwaltet. Fast stets phorphyrartig durch Krystalle von glasigem Feldspath, gewöhnlich auch Glimmerblättchen und Nadeln von Hornblenden enthaltend. Körnig, porphyrartig, dicht, schlackig, erdig. Die Grundmasse grau, gelblich, röthlich oder grünlich.

Als Baustein ist der Trachyt zwar leicht mit dem Hammer zurichtbar, allein wegen seiner leichten Verwitterung für die Dauer nicht geeignet, wie dies namentlich an dem Cölner Dom sich nachtheilig erwiesen hat, dessen älterer Theil aus Trachyt des Siebengebirges erbaut ward. Dagegen liefert er dem Ackerbau einen fruchtbar thonigen Lehmboden.

36) Lava.

§. 95. Die Lava ist ein ziemlich undeutliches Gemenge aus Augit und Felsit, oft mit Leucit und Magneteisen, seltener mit Glimmer, Olivin u. s. w. Körnig, dicht, porphyrartig, schlackig, dunkelfarbig, braun, grau, röthlich, grünlich, gelblich, auch schwarz. Es werden überhaupt, ohne Rücksicht auf ihre Zusammensetzung, alle stromartigen heißflüssigen Ergüsse der Vulkane Laven genannt. Arten der Lava sind: die basaltische Lava, welche dem Basalt sehr ähnlich, jedoch rauher ist; doleritische Lava; Leucit-Lava; porphyrartige Lava; schlackige Lava und endlich die vulkanischen Schlacken, die aus einzelnen losen Schlackenstücken bestehen und Lapilli oder vulkanischer Sand genannt werden.

Besonders ausgezeichnet ist die Lava durch den bewundernswürdig fruchtbaren Boden, den sie bei ihrem wiewohl nur langsam vorgehenden Verwittern liefert. Dies mag theils eine Folge ihrer chemischen Zusammensetzung, theils ihrer

dunkeln Farbe und bei den noch thätigen Vulkanen der Mitwirkung der von ihnen ausgehenden Ströme von Kohlensäure und Erdwärme sein.

b) Mechanisch gemengte Gesteine; Trümmergesteine.

1) Deutlich gemengte:

37) Breccie

oder Trümmerfels nennen wir eine Verbindung von eckigen Gesteinsbruchstücken durch irgend eine andere Steinmasse, welche man Bindemittel, Cäment oder Teig nennt. Die Breccien erhalten verschiedene Namen, je nach dem Bestande der darin enthaltenen Bruchstücke oder des Bindemittels. So unterscheidet man z. B. Granit-, Porphyr-, Kalkstein-, Knochenbreccie. In der Voraussetzung, daß einige Breccien durch gewaltsame Reibung eines flüssigen Gesteins an einem festen entstanden sind, nennt man dieselben Reibungsbreccien, wie z. B. Porphyrmasse mit Thonschieferbruchstücken. §. 96.

Wenn das Bindemittel der Breccie hinreichend fest ist, so kann sie als Baumaterial benutzt werden. Einige Breccien, die als Gemenge verschieden gefärbter und gestalteter Gesteinsbruchstücke, besonders nachdem sie geschliffen und polirt sind, ein sehr artiges Ansehen haben, werden zu verschiedenen Bauzierrathen verwendet, und haben mancherlei, ihrem Aussehen entsprechende Namen erhalten, wie z. B. die aus Bruchstücken von Granit, Porphyr und Diorit bestehende Breccia verde d'Egitto und die verschiedenen Marmorbreccien als violetta antica, dorata, pavonazza u. a. m.

38) Conglomerat

bedeutet so viel als Zusammengehäuftes, und unterscheidet sich von der Breccie dadurch, daß die durch irgend eine Steinmasse zusammengekitteten Gesteinsstücke abgerundet sind, also aus Geschieben bestehen. Je nach Art dieser letzteren erhalten die Conglomerate verschiedene Namen, z. B. Gneißconglomerat, Basaltconglomerat, Grauwacke, Nagelfluh u. s. w. §. 97

Die Conglomerate können als Bausteine und zum Straßenbau benutzt werden. Sowohl die Breccien als die Conglomerate geben beim Verwittern einen Ackerboden, dessen Beschaffenheit natürlich von den Gesteinen abhängig ist, aus welchen die Masse jener Trümmergebilde zusammengesetzt war. So giebt das Grauwackenconglomerat einen steinigen und dadurch lockeren, thonigen Boden. Das Conglomerat des Rothliegenden hat ein sandiges oder thoniges Bindemittel, mit eingeschlossenen Geschieben von Porphyr, Gneiß, Granit, Glimmerschiefer, Thonschiefer u. s. w., welche meist als unzersetzte Steine in dem thonigen und sandigen Boden liegen bleiben. Basaltconglomerat liefert in der Regel einen sehr fruchtbaren Lehm- und Thonboden.

39) Sandstein.

§. 98. Dieses sehr allgemein verbreitete und bekannte Gestein ist eine Verbindung kleiner, meist abgerundeter Körper, durch ein kaum bemerkbares Bindemittel. Der Sandstein ist körnig und kommt in allen Farben vor. Seine Körner bestehen in der Regel aus Quarz, das Bindemittel ist gewöhnlich Thon, Mergel oder Eisenoxyd, seltener Hornstein. Man unterscheidet hiernach: thonigen, kalkigen, mergeligen, eisenschüssigen und Kieselsandstein.

Finden sich einzelne größere Geschiebe in dem Gesteine, so nennt man es conglomeratartigen Sandstein. Als untergeordnete Gemengtheile gesellen sich zu den Quarzkörnern zuweilen Glimmerblättchen, Feldspath-, Hornblende- oder Grünerdekörnchen. Durch letztere erhält er eine grünliche Farbe und daher den Namen Grünsandstein. Außerdem kommen noch mancherlei andere Gemengtheile im Sandstein vor, von welchen wir nur der rundlichen Ausscheidungen von Thon gedenken, die Thongallen heißen.

Manche andere Benennungen des Sandsteins, wie Keupersandstein, Leiassandstein u. s. w. beziehen sich auf erst später zu entwickelnde Lagerungsverhältnisse.

In dem Sandstein besitzen wir eines der werthvollsten Materiale zu mannichfachen Zwecken. Als Baustein ist er ganz vorzüglich geeignet, da er sich sehr leicht mit dem Hammer zurichten läßt. Die feinkörnigen und gleichmäßig gefärbten Arten geben einen vortrefflichen Stoff zur Bildhauerarbeit, und sind namentlich zu den reichen und herrlichen Verzierungen unserer alten Dome verwendet worden. Die Farbe des Sandsteins geht von Weiß, durch Gelb, Grünlichgelb in's Bräunliche und Braune, welch letztere namentlich in Würtemberg von großer Schönheit angetroffen werden. Außerdem kommt häufig auch ganz rother Sandstein vor.

Zum Straßenbau ist der Sandstein wenig geeignet, aber die härteren Arten geben Mühlsteine, Schleifsteine, und manche plattenförmige werden zum Dachdecken verwendet.

Der aus der Verwitterung des Sandsteins hervorgehende Boden ist einer der unfruchtbarsten, da ihm Kali, Natron und die Fähigkeit, die Feuchtigkeit zurückzuhalten, fast gänzlich abgehen. Nur Sandstein mit überwiegend thonigem oder mergeligem Bindemittel ist dem Anbau günstiger.

40) Schutt; Kies; Sand; Grus.

§. 99. Unter Schutt versteht man eine lockere Anhäufung von Gesteinsbruchstücken, gleichsam Breccie ohne Bindemittel, während Kies oder Gerölle eine Anhäufung von Geschieben, also Conglomerat ohne Bindemittel ist. Der Sand ist eine lockere Anhäufung von Mineralkörnern, meistens aus Quarz, und Grus nennt man die unverbundenen Theile irgend eines bestimmten Gesteines, z. B. Granitgrus besteht aus Körnern von Quarz, Glimmer und Feldspath ohne Zusammenhalt.

2) Undeutlich gemengte Gesteine.

41) Mergel

nennen wir ein scheinbar gleichartiges, unkrystallinisches Gemenge aus kohlensaurem Kalk und Thon, welches dicht bis erdig, auch schieferig, selten feinkörnig ist. Die Mergel sind grau, gelblich, röthlich, grünlich, bläulich, schwarz, weiß, bunt, zerfallen an der Luft gewöhnlich sehr bald und brausen mit verdünnter Salzsäure schwach auf. Je nach dem Vorwalten des einen oder anderen Bestandtheils und der Einmengung weiterer Minerale unterscheidet man: gemeinen Mergel; Kalkmergel; Thonmergel; Kieselmergel; sandigen Mergel; bituminösen Mergel, der mit Erdpech (Bitumen) gemengt oder oft schieferig ist; endlich Kupferschiefer, ein bituminöser Mergelschiefer von schwarzer oder dunkelgrauer Farbe, der ausgezeichnet ist durch seinen Reichthum an den in §. 59 angeführten Kupfererzen und außerdem noch Kobalt-, Nickel- und Silbererze führt. §. 100.

Als Baumaterial läßt sich der Mergel wegen seiner schnellen Verwitterung in keiner Weise gebrauchen. Um so werthvoller ist er für den Landbau, und man schätzt den Mergelboden als den allerfruchtbarsten, wobei jedoch zu bemerken ist, daß er nicht unter 10 und nicht über 60 Procent kohlensauren Kalk enthalten darf. Magere Sand- und Kalkböden verbessert man deshalb durch Zufuhr und Ueberdeckung von Mergel. Der kalkreiche Mergel wird auch gebrannt und als hydraulischer Kalk oder Cäment (s. Chemie §. 81) angewendet. Die Mergel treten besonders in Gegenden mit jüngerer geschichteter Gebirgsbildung z. B. in Schwaben auf.

42) Thon.

Unter Hinweisung auf §. 87 der Chemie bezeichnen wir den Thon als ein scheinbar gleichartiges Gemenge aus Thonerde mit etwas Kalk und Kiesel. Er ist dicht, erdig, weich, zerreiblich, in Wasser erweichend und formbar. Er kommt in allen Farben vor, selbst schwarz, durch Erdpech gefärbt. Man unterscheidet neben dem hellen, gemeinen Thon, den gelben Lehm, den Löß, ein lockeres erdiges Gemenge aus Thon, Kalk und Sand, von gelblich-grauer Farbe und namentlich im Rheinthal verbreitet. Der Salzthon ist mit Steinsalztheilen gemengt und durch Kohle dunkel gefärbt. §. 101

Als Baumaterial wird nur der zu Thonstein verhärtete Thon älterer Gebirgsbildung verwendet. Ueber die Benutzung des bildsamen Thons haben wir uns in §. 88 der Chemie ausführlich verbreitet.

43) Walkerde.

Man bezeichnet hiermit eine, wahrscheinlich aus der Zersetzung von Grünstein hervorgegangene weiche, zerreibliche Masse von unebenem Bruch, grob- bis §. 102.

feinerdig und fettig anzufühlen. Die Farbe ist grau, grünlich, gelb bis weiß. Sie bildet mit Wasser einen unbildsamen Brei, der bei der Tuchbereitung zur Entfettung der Tücher benutzt wird. Sie enthält etwa 10 Procent Thon und bis 60 Procent Kalk, und ist dem Bolus nahe verwandt.

44) Tuff.

§. 103. Man begreift unter diesem Namen mehrere nicht scharf bestimmte Gesteine, die ziemlich lockere, zum Theil erdige Verbindungen von thonigen, kalkigen und sandigen Theilen darstellen. Ihre Farbe ist meistens grau oder gelblich, zuweilen schließen sie auch Grus oder Bruchstücke fester Gesteine ein. Es gehören hierher u. a. der Traß, ein vulkanischer Tuff, der mit $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Theilen Kalk gemengt eine bedeutende Anwendung als Wassermörtel (Chemie §. 81) findet. In Deutschland ist am berühmtesten der Traß aus der Gegend von Andernach; auch am Habichtswalde in Hessen und im Riesgau in Bayern findet sich dieses werthvolle Material. Der vulkanische Tuff Italiens, der Pausilipptuff und der Peperin oder Pfefferstein sind zum Theil brauchbare Bausteine, leiden jedoch theilweise sehr unter dem Einfluß der Witterung. In der Umgebung Neapels findet man antike Gebäude, Grotten u. s. w. aus diesen Gesteinen, die beim Verwittern einen außerordentlich fruchtbaren Boden geben.

45) Dammerde,

§. 104. Ackererde oder Fruchterde, nennen wir die oberste Schicht der Erdrinde. Sie ist keine mineralogisch bestimmte Bodenart, sondern das Produkt der Einwirkung des gesammten Pflanzen- und Thierlebens auf den aus der Verwitterung irgend eines Gesteins hervorgegangenen Boden. Die Reste der verwesenden organischen Körper (vergleiche Chemie §. 165) sind mit den zerfallenen Gesteinstheilchen innig gemengt, und ertheilen diesen meistens eine dunklere, mitunter schwarze Farbe und die Fähigkeit, das Wachsthum der Pflanzen wesentlich zu befördern. Die Dammerde fehlt jedoch an manchen Stellen der Erde gänzlich. Wo z. B. ausschließlich reine Kalk- oder Quarzgesteine die Oberfläche bedeckten, da fehlten der Pflanzenwelt die Bedingungen des Lebens, oder sie entwickelte sich nur in so untergeordneter Weise, daß eine Dammerdebildung nicht möglich wurde.

B. Formenlehre.

§. 105. Wenn wir irgend eine Gesteinsmasse vor uns haben, so können wir sie in Hinsicht ihrer Form auf zweierlei Weise betrachten, nämlich einmal, wie sie sich in ihrer Gestaltung als Ganzes zu ihrer Umgebung, und dann, wie sie in ihrem Innern sich verhält. Man unterscheidet hiernach innere und äußere Formen der Gesteine.

Innere Gesteinsform.

§. 106. Niemals trifft man Gesteinsmassen von einiger Bedeutung, die vollkommen gleichförmig zusammenhängend sind. Auch an den dichtesten und härtesten nehmen wir Zertheilungen oder Absonderungen wahr, die durch Klüfte oder Spalten gebildet werden. Die Entstehung der letzteren kann man sich sehr deutlich an einer feuchten Thonmasse versinnlichen. Indem diese austrocknet, ziehen sich ihre Theile im Inneren zusammen, es entstehen Risse und Spalten, was in heißen Sommern in thonigem Boden öfters auch in großem Maßstabe beobachtet werden kann. Diese Gesteine waren also früher weich, sie haben sich beim Erhärten zusammengezogen, und dadurch mannichfach zerklüftet, entweder in größere oder in kleinere Partien, in welch ersterem Falle die Gesteine unregelmäßig massig, im letzteren dagegen vielfach zerklüftet genannt werden.

Nicht selten findet jedoch die Absonderung der Gesteinstheile mit einer gewissen Regelmäßigkeit Statt, die mitunter wahrhaft überraschend ist und dem Gestein den Anblick eines von Menschenhänden bearbeiteten Werkes verleihen kann. So giebt es Gesteinsmassen, die in ihrem Inneren kugelförmige Absonderungen haben, daher rührend, daß die Erhärtung der Masse von einzelnen Punkten ausgegangen ist, um welche dann weitere Schichten schalenförmig sich anlegten. Häufiger ist das Gestein in Pfeiler zerklüftet, die meistens die Gestalt von sechsseitigen Säulen haben. Solche Säulen finden sich namentlich ausgezeichnet schön am Basalt, wo man deren bei Stolpen in Sachsen und Unkel am Rhein von 30 bis 80 Fuß Länge beobachtet hat. Berühmt ist auch der aus Basaltsäulen gebildete, sogenannte Riesenweg in Irland. Oefter sind diese Säulen der Quere nach in kleinere Stücke abgesondert, in welchem Falle man sie gegliedert nennt Mit dem Ausdruck stänglich bezeichnet man kleine Säulen, die zugleich an regelmäßiger Bildung abnehmen.

Am gewöhnlichsten ist jedoch die plattenförmige Absonderung der Gesteine. Die daraus entstehenden Platten sind mehr oder weniger regelmäßig begränzt, oder oft so dick, daß sie ungeheure Blöcke bilden, oder sie erscheinen mehr als Tafeln, die bis zum Schieferigen sich verdünnen.

Schichtung.

§. 107. Die plattenförmig abgesonderten Gesteine sind oft von ganz besonderer Art. Ihre Bildung läßt alsdann erkennen, daß die über einander liegenden Platten nicht gleichzeitig, beim Festwerden und Zusammenziehen der Gesteinsmasse, sondern daß sie nach und nach entstanden sind. Dies wird namentlich dadurch deutlich, daß inmitten einer solchen Gesteinsschicht öfter dünne Zwischenlagen sich befinden; z. B. Kalksteinschichten, die durch Mergel getrennt sind. Man hat die Gewißheit, daß solche Gesteinsmassen entstanden sind, indem deren Theil-

chen aus Gewässern sich vermöge ihrer größeren Dichte allmälig absetzten. Aehnliche Schichtenbildungen lassen sich im Kleinen noch täglich an unseren Bächen und Flüssen nachweisen, und indem wir später auf ihre Entstehung nochmals zurückkommen, betrachten wir einige besondere Eigenthümlichkeiten der Schichten.

Wie Fig. 20 zeigt, liegen die verschiedenen Lagen einer geschichteten Gesteinsmasse parallel über einander, wie etwa die Blätter eines Buches. Die Dicke oder Mächtigkeit (*a a*) der einzelnen Schichten ist jedoch höchst ungleich, denn es giebt deren, die kaum ¼ Zoll dick zwischen anderen sich hinziehen, welche 20 bis 30 Fuß mächtig sein können. Entweder liegen die Schichten wagerecht, also parallel mit der Oberfläche der Erde, wie Fig. 20, oder sie sind gegen diese geneigt, Fig. 21, oder sie stehen gar senkrecht zu derselben, wie Fig. 22, was man die aufgerichtete Schichtung nennt. Derjenige Weg, den das auf die Fläche einer geneigten Schicht gegossene Wasser nehmen würde, bezeichnet die Neigung oder das Fallen der Schichten gegen den Horizont, und ist in Fig. 21 durch die Pfeile angedeutet. Die Richtung, welche eine Schicht in ihrer Verbreitung in Beziehung auf die Himmelsgegend einnimmt, nennt man das Streichen derselben.

Fig. 20.

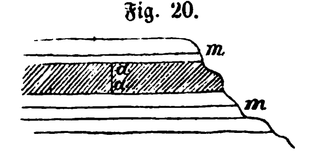
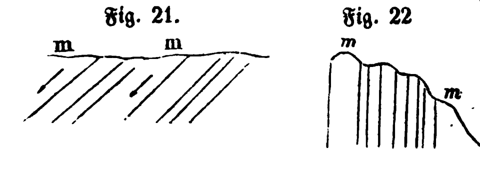
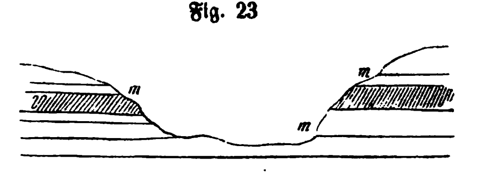


Fig. 21. Fig. 22



Denjenigen Theil einer Gesteinsschicht, welcher an die Oberfläche der Erde hervortritt, wie *m m*, bei Fig 20, 21 und 22, nennt man das Ausgehende oder zu Tage Gehende oder Anstehende derselben. Bei aufgerichteten und geneigten Schichten, wie Fig. 21 u. 22, heißen die zu Tage gehenden Theile wohl auch Schichtenköpfe. Die wagerecht liegenden Schichten treten meistens dadurch hervor, daß Flüsse Thäler ausspülen, wie Fig. 23, oder daß sie durch das Meer, oder bei Straßenbauten, Steinbrüchen u. s. w. bloß gelegt werden.

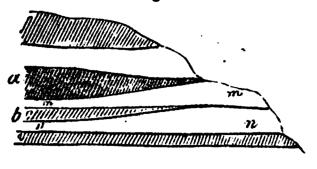
Fig. 23



Sehr oft keilen sich die Schichten aus, d. h. sie nehmen nach einer Richtung hin an Mächtigkeit beträchtlich ab, und verschwinden entweder ganz oder ziehen sich nur noch als kaum erkennbare Faden zwischen den Gesteinen

hin, wie *a* und *b*, Fig. 24. So geht es namentlich bei den Steinkohlen, wo man nicht selten beim Verfolgen einer Schicht von geringer Mächtigkeit die Entdeckung macht, daß sie die Auskeilung eines mächtigeren Lagers ist.

Fig. 24.



Es erklärt sich hieraus, wie mitunter an einem Punkt Schichten unmittelbar auf einander zu liegen scheinen, wie z. B. *m* und *n*, Fig. 24, die doch an einer anderen, benachbarten Stelle von einander getrennt sind.

Offenbar haben die geneigten und aufgerichteten Schichten nicht mehr ihre ursprüngliche Lage, sondern sind durch eine spätere einwirkende Ursache aus derselben gebracht worden. Dies ist jedoch nicht die einzige Veränderung, welche die Schichten erleiden, sondern häufig findet man den regelmäßigen und parallelen Verlauf derselben mehr oder minder gestört, und sie erscheinen alsdann nicht mehr so gleichmäßig wie die Blätter eines Buches über einander gelagert, sondern gebogen, gewunden oder zerbrochen und durch einander geschoben.

Aeußere Gesteinsformen.

§. 108 Betrachten wir ein Gestein als Ganzes, und im Verhältniß zu seiner Umgebung, so kann es in dreierlei Formen auftreten, nämlich als Schichtungsgestein, als Massengestein und als Gesteinsgang. In der Regel finden sich mehrere Schichten verschiedener Gesteine über einander gelagert, und stellen auf diese Weise Schichtensysteme dar, die oft eine sehr beträchtliche Ausdehnung erreichen. Kalkstein, Dolomit, Kohle, Sandstein, Thon und Mergel treten vorzugsweise geschichtet auf.

Die Massengesteine zeigen niemals Schichtung, sondern nur regellose Zerklüftung oder die §. 106 erwähnten Absonderungen. Selten sind sie über sehr große Flächen verbreitet, sondern meist bilden sie mehr vereinzelte, steil niedergehende Massen, die mitunter ganz vereinzelt als Gebirgsstöcke sich erheben. Sie durchbrechen stets die geschichteten Gesteine, wodurch deren regelmäßige Anordnung mehr oder minder gestört wird. Granit, Syenit, Basalt, Porphyre u. a. m. sind nur als Massengesteine, niemals geschichtet vorhanden.

Die Gesteinsgänge oder Adern durchziehen sowohl das geschichtete, als das Massengestein. Man kann sich über ihre Form die deutlichste Vorstellung machen, wenn man auf ihre Entstehungsart hinweist. In die beim Erhärten der anderen Gesteinsformen entstandenen Risse und Spalten drang später weiche mineralische Masse ein, erfüllte dieselben und erhärtete ebenfalls. Die Gänge sind ziemlich regellos in ihrer Verbreitung, und man berücksichtigt auch bei ihnen das Fallen und Streichen. Die mit einem der gewöhnlichen Gesteine ausgefüllten Gänge werden von den Mineral- und Erzgängen unterschieden, welch letztere in der Regel geringe Mächtigkeit haben, aber von Wichtigkeit sind, da

sie werthvolle Minerale und Erze enthalten, und deshalb häufig bergmännisch verfolgt und ausgebeutet werden.

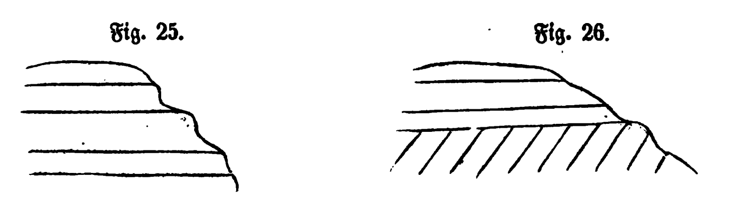
Besondere Formen.

§. 109. Als solche müssen wir der Tropfsteinbildungen gedenken, die Stalaktiten heißen, wenn sie von einer Wand herabhängen und wachsen, wie Eiszapfen, oder Stalagmiten, wenn sie am Boden aufsitzen und durch auffallende Tropfen von unten nach oben wachsen. Sie entstehen meistens in Höhlen aus kalkhaltigem Wasser, das deren Wände durchsickert und, indem es verdunstet, den Kalk zurückläßt, der dann die mannichfachen Formen der Tropfsteine bildet. Krustengebilde (Incrustationen) entstehen, wenn mineralhaltige Gewässer, die irgend einen Gegenstand bedecken, verdunsten und auf diesem einen mehr oder minder dicken mineralischen Ueberzug zurücklassen. Baum- oder moosartige Zeichnungen, sogenannte Dendriten, trifft man häufig zwischen Gesteinsplatten. Ihre Entstehung kann man sehr leicht nachahmen, wenn man zwischen zwei ebene Glas- oder Steinplatten etwas feinen Thonschlamm bringt und ein wenig zusammenpreßt. Man wird so allerlei verästelte Bildungen erhalten, wie ähnliche in der Natur erhärtete vorkommen, die leicht für versteinertes Moos und dergleichen gehalten werden.

C. Lagerungslehre.

§. 110. Hier verlangen wir aus der gegenseitigen Lagerung und Verbindungsweise von Schichten, Massen und Gängen, oder dieser unter sich selbst, die Frage zu beantworten, welcher Theil derselben früher vorhanden war und folglich älter ist.

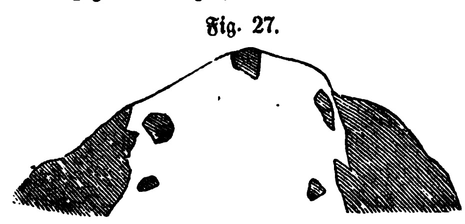
Die Schichten unter sich können sehr mannichfache Verhältnisse darbieten, indem z. B. entweder alle parallel und wagerecht über einander liegen (Fig. 25), oder indem geneigte oder aufgerichtete Schichten von wagerecht gelagerten überdeckt sind (Fig. 26). Die Massengesteine treten gewöhnlich neben


Fig. 25. Fig. 26.

einander stehend auf, und nur selten wird das eine vom anderen in wagerechter Richtung in bedeutender Verbreitung überdeckt. Dagegen sind die stockförmigen und schollenförmigen Ineinanderlagerungen nicht ungewöhnlich, wo

wie in Fig. 27 die große Masse eines Gesteins von einem andern zum Theil oder gänzlich umschlossen ist, wie z. B. Granit von Gneiß, wobei es denn nicht selten vorkommt, daß das innere Gestein, bei seinem Durchbrechen des anderen, Stücke von diesem losgerissen und gänzlich umschlossen hat.

Fig. 27.



Die Gänge verbreiten sich stets mehr in senkrechter Richtung, nach dem Innern der Erde, als in wagerechter oder wenig geneigter. Häufig sind alle ein Gestein durchsetzende Gänge unter einander fast ganz parallel. Durch Störung der Lage des Gesteins, in dem sie enthalten sind, werden auch die Gänge selbst aus ihrem Zusammenhang gebracht, zerrissen oder verworfen, was im Bergbau oft bedeutende Schwierigkeiten im Verfolgen eines erzreichen Ganges macht. Auch kreuzen und durchsetzen sich die Gänge gegenseitig:

§. 111. Aus einer genauen Beobachtung der berührten Lagerungsverhältnisse lassen sich nun die wichtigsten Folgerungen darüber gewinnen, welches der vorhandenen Gesteine älter oder, was gleichviel sagen will, welches derselben am frühesten erhärtet ist. Im Allgemeinen lassen sich in dieser Beziehung mit voller Bestimmtheit die folgenden Grundsätze aufstellen:

Obere Schichten sind neuer (jünger) als untere; Gesteine, welche die regelmäßige Schichtung ihrer Nachbarn gestört haben, sind neuer als diese; scharf abgesonderte Stöcke in der Mitte von anderen Gesteinen sind in der Regel neuer als diese; Gesteine, welche Bruchstücke oder Geschiebe einschließen, sind jünger als die, von denen die Bruchstücke oder Geschiebe herrühren; Gänge sind jünger als ihr Nebengestein und jünger als die von ihnen durchgesetzten Gänge; endlich, wenn ein Gestein jünger ist als ein zweites, und älter als ein drittes, so ist auch das zweite älter als das dritte.

D. Versteinerungslehre.

§. 112. Sehr viele Gesteine schließen Gebilde ein, welche Versteinerungen oder Petrefacten heißen und die auf den ersten Blick erkennen lassen, daß sie nicht mineralischen Ursprungs sind, sondern früher dem Pflanzen- oder Thierreich angehörten. Es folgt daraus, daß die Entstehung jener Gesteine selbst in eine Zeit fällt, in welcher Pflanzen und Thiere vorhanden waren. Die Versteinerung dieser ist natürlicher Weise nicht in der Art vor sich gegangen, daß ihre chemischen Bestandtheile sich in mineralische umgewandelt haben, was nach dem in der Chemie §. 10 Entwickelten unmöglich ist. Es wurden vielmehr bei den an der Erdrinde vorgehenden großen Veränderungen die ihre Oberfläche bedeckenden Pflanzen und Thiere von weicher, schlammiger Gesteinsmasse umhüllt

und beim Erhärten derselben in das entstehende Gestein aufgenommen. Es ist klar, daß weiche und zarte Theile bei so gewaltsamen Umwälzungen nicht wohl sich erhalten konnten, weshalb am häufigsten die gröberen Pflanzentheile, als Rinde, Holz und holzige Früchte und die ohnehin kalkigen Schalen der Korallen, Muscheln und Schnecken, sowie von den vollkommneren Thieren besonders die Knochen erhalten worden sind. Ohne Zweifel sind die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden weicheren Gebilde mehr oder weniger bald zersetzt worden, man findet sie im Gestein niemals erhalten. Dennoch ist auch von diesen Manches, durch besondere Umstände begünstigt, inmitten der Zerstörung gerettet worden. Zarte Blätter und feingliedrige Insecten, von erhärtendem Schlamm eingeschlossen, ließen in diesem wenigstens Abdrücke zurück, woraus dann ihre Gestalt und Art oft sehr deutlich zu erkennen ist. Bei anderen haben sich die in ihrem Körper befindlichen zahllosen kleinen Zwischenräume mit einer mineralischen Flüssigkeit allmälig angefüllt, die endlich fest wurde und also ebenfalls die Form des Körpers bewahrte.

§. 113. So groß anfänglich die Schwierigkeit war, das Vorkommen der Milliarden organischer Reste inmitten von Gesteinen zu erklären, die in großen Tiefen und in Höhen bis 12000 Fuß angetroffen werden, so wichtig wurden später diese Versteinerungen als Kennzeichen für die Gesteine selbst. Die genauere Beobachtung ergab ungefähr die folgenden Grundsätze:

Versteinerungen finden sich nur in geschichtetem Gestein, das aus Wasser abgesetzt ist, aber niemals im Massengestein; die Anzahl der Arten, sowohl versteinerter Thiere als Pflanzen in den verschiedenen Schichten, ist sehr ungleich; sie nähern sich der jetzt lebenden Pflanzen- und Thierwelt am meisten in den obersten Schichten, und nehmen in den tieferen Schichten in der Weise ab, daß die vollkommneren Thiere und Pflanzen allmälig verschwinden, die unvollkommneren vorherrschen, die jetzt lebenden immer seltener werden; und in den untersten oder ältesten Schichten nur noch solche auftreten, die gegenwärtig lebend nicht mehr angetroffen werden.

Wenn man aus anderen Gründen mit Gewißheit erkannt hat, daß zwei an verschiedenen Orten vorkommende Gesteine in einer und derselben Zeit gebildet worden sind, so enthalten sie auch gleiche Versteinerungen. Umgekehrt schließen wir nachher aus der Gleichheit der in verschiedenen Gesteinen vorkommenden Versteinerungen mit großer Sicherheit auf das gleichzeitige Entstehen jener Gesteine. Hierdurch haben die Versteinerungen eine außerordentliche Wichtigkeit für die Bestimmung des Alters der Schichten erlangt, und in vielen Fällen sind sie die leichtesten und mitunter die einzigen Mittel zur Erkennung derselben.

Da in verschiedenen Schichten der Erde eine ziemlich abweichende Pflanzen- und Thierwelt angetroffen wird, so müssen Klima und Beschaffenheit der Erdoberfläche in verschiedenen Zeiten ihrer Bildung sehr ungleich gewesen sein. Hingegen lassen die Versteinerungen eine viel gleichmäßigere Verbreitung der Thiere über der ganzen Erdoberfläche erkennen, als sie gegenwärtig stattfindet,

und es scheinen in jener Zeit die großen Unterschiede ihrer Temperatur an den Polen und am Aequator nicht so auffallend gewesen zu sein, wie jetzt.

§. 114. Die Gesammtzahl der Arten versteinerter Pflanzen und Thiere ist außerordentlich groß und Gegenstand einer besonderen Wissenschaft, der Petrefactologie, geworden. Ihre Beschreibung setzt nothwendig umfassende Kenntniß in der Botanik und Zoologie voraus, und es wird deshalb bei der Abhandlung dieser Wissenschaften auf die Versteinerungen die erforderliche Rücksicht genommen. Es möge jedoch eine kleine Uebersicht der Pflanzen und Thiere, welche als Versteinerungen vorkommen, hier Platz finden, und zwar in der Reihenfolge, daß mit den unvollkommneren begonnen wird.

Von Pflanzen finden wir versteinert: Algen; Flechten; Moose; baumförmige Schachtelhalme (Equisetaceen), in den ältesten bis mittleren Schichten; Lycopodiaceen; Farnkräuter von baumartiger Größe, besonders reichlich und mannichfaltig nur in den alten Schichten; Lilien; Palmen, Stämme, Früchte und Blätter; Najaden; Zapfenträger und Nadelhölzer (Coniferen); Laubholzbäume; die letzteren kommen nur in den neueren Schichten vor.

Versteinerte Thiere: Aufgußthiere (Infusorien) kommen in vielen Gesteinen vor; Polypen oder Korallen, besonders häufig in den ältesten Schichten; Strahlthiere und Stachelhäuter, worunter Liliensterne, Seesterne und Seeigel; Weichthiere oder Schalthiere, sind von allen am häufigsten und für den Geognosten am wichtigsten. Sie finden sich, in den alten Schichten beginnend, in den mittleren am reichlichsten, sowohl zweischalige Muscheln, als einschalige Schnecken, und unter den letzteren namentlich mehrere jetzt ganz ausgestorbene wichtige Geschlechter, wie die Ammonshörner und Belemniten. Wurmartige Ringelthiere sind selten; krebsartige Krustenthiere nicht sehr häufig; Kerbthiere oder Insecten kommen deutlich nur in den Braunkohlenschichten, namentlich in Bernstein eingeschlossen, wohl erhalten vor, sind jedoch im Ganzen selten. Fische finden sich außerordentlich zahlreich (bis über 800 Arten) schon in den alten Schichten, bis zu den neuesten. Lurche oder Amphibien sind selten durch froschartige Thiere und Schlangen vertreten, dagegen sehr stark durch mitunter riesenmäßige eidechsenartige Thiere, die jetzt nicht mehr angetroffen werden; Vögel finden sich nur selten in älteren Schichten; Säugethiere kommen nur in den obersten Schichten vor, darunter jedoch mehrere ausgestorbene Arten von riesenmäßiger Größe (Mammuth oder Riesenelephant, Dinotherium 2c.); Affen sind außerordentlich selten. Spuren von menschlichen Resten sind in keiner derjenigen Schichten enthalten, die später nochmals einer allgemeinen Zerstörung unterworfen wurden. Der Mensch betrat also die Erde erst dann, als ihre Rinde hinlänglich befestigt, keine allgemeine Umwälzung mehr erlitt.

System der Geognosie.

Entstehung und Bildung der Erdrinde.

§. 115. Der vom Menschengeschlechte bewohnte Bau erhielt nicht sogleich und auf einmal seine jetzige Gestaltung. Versuchen wir es, aus dem seither Gegebenen die Entstehungsgeschichte desselben zu entwickeln und eine bestimmte, auf Erfahrung und Thatsachen gestützte Vorstellung über ihren Anfang und Verlauf zu gewinnen.

Es gab eine Zeit, wo die ganze Erde eine glühende flüssige Masse war, die im Weltraume dahin sich bewegte. Die einfachen Stoffe oder Elemente, welche sie enthält, vereinigten sich unter einander nur zu solchen Verbindungen, die bei jener hohen Temperatur bestehen konnten. Die gasförmigen Körper bildeten die Atmosphäre, welche als Hülle den festeren Erdkern umgab, und es gesellten sich zu ihr die Dämpfe einer großen Menge von flüchtigen Verbindungen, die bei jener Hitze im flüssigen oder festen Zustande nicht verharren konnten. Alles Meer war damals noch Wasserdampf. So erscheint uns die Erde in jenen ersten Bildungszuständen als weicher glühender Kern, umgeben von einer ungeheuren, sehr dichten Atmosphäre, die vielleicht in ähnlicher Weise dieselbe umgab oder ihr nachfolgte, wie ein Dunstkreis oder Dunstschweif den heutzutage im Weltraume sichtbaren Nebelsternen und Kometen.

Aber beständig Wärme in den unendlichen Weltraum ausstrahlend, erlitt die Erde eine Verminderung ihrer Hitze wenigstens an der Oberfläche. Die schwer schmelzbaren chemischen Verbindungen, wie z. B. kieselsaure Thonerde und Magnesia-Thonschiefer (Glimmerschiefer) u. a. m., begannen allmälig in Form feinblättriger Krystalle sich auszuscheiden, und bei fortwährender Abkühlung auf der Oberfläche des Erdkerns sich anzusetzen und so einen dünnen Ueberzug, eine schwache Kruste über den glühenden Erdkern zu bilden, und diesen von seiner Dampfatmosphäre zu trennen. Dies ist der Anfang der Erdrinde, die nun rascher an Stärke zunehmen konnte, da die unmittelbare Einwirkung der inneren Gluth abgehalten war, und die als Dampf vorhandenen Verbindungen wenigstens theilweise als Flüssigkeit sich auf der Erdrinde niederzuschlagen beginnen konnten.

§. 116. Organisches Leben konnte damals nicht bestehen. Die Rinde war noch zu heiß, als daß Pflanzen in ihr wurzeln und wachsen konnten, das Leben der Thiere aber ist an das Vorhandensein der Pflanzen gebunden. In der That, jene untersten schiefrigen, aus Glimmerschiefer und Thonschiefer bestehenden Erdschichten enthalten nirgends auch nur eine Spur versteinerter Pflanzen- oder Thierstoffe War damals bereits Wasser auf der Erdrinde angesammelt, so hatte

dasselbe eine größere Wärme, als gegenwärtig der Fall ist; es war dadurch im Stande eine Menge von chemischen Verbindungen aufzulösen, und während das jetzige Meer nur leichtlösliches Kochsalz u. s. w. enthält, mochte das Meer jener Zeiten große Mengen kieselsaurer, schwefelsaurer und kohlensaurer Verbindungen aufgelöst enthalten haben. Auch wühlte es einen Theil der festen Rinde wieder auf, und bildete damit schlammige Flüssigkeit, die jedoch bei fortwährendem Abkühlen der Erdmasse ihre festen Bestandtheile allmälig in körnigen Schichten (Sandsteinen) wieder absetzte.

§. 117. So sehen wir in der Erdrindenbildung in steter Wechsel- und Zusammenwirkung die chemische Verwandtschaft und die Schwere. Der letzteren folgend bestrebten sich die dichteren Körper stets die unterste Stelle einzunehmen.

Wäre diese Gestaltung in der bezeichneten regelmäßigen Weise fortgegangen, so müßte die Erdoberfläche eine ziemlich gleichförmige sein. Erhöhungen und Vertiefungen würden sich dem Auge nicht darstellen, den festen Erdkörper würde ein nicht allzutiefes Meer ringsum überdecken und dieses wieder von der Luft umgeben sein.

So ist aber unsere Erdoberfläche nicht beschaffen. Wiederholte Störungen gaben ihr eine mannichfaltigere Außenseite. Wodurch wurde diese hervorgerufen, wie wurde sie veranlaßt? Durch dieselben Naturkräfte, die nach denselben Gesetze noch heute walten, die nur unter den damals gegebenen Verhältnissen in einem großartigen Maaßstabe wirkend Erscheinungen hervorbrachten, die wir jetzt kaum zu überblicken, ja kaum uns vorzustellen vermögen.

§. 118. Jene zuerst abgelagerten festen Theile nennen wir mit Recht **Grundgebirge** oder **Urgebirge**, und das darauf folgende in Schichten Abgelagerte bezeichnen wir als geschichtetes oder **Flötzgebirge**, welches in der Regel aus mehreren verschiedenen Lagen besteht, die zusammen ein **Schichtensystem** bilden. Das innerhalb eines gewissen Zeitraumes Entstandene nennen wir die **Bildung** oder die **Formation** jenes Zeitraumes, und sprechen daher von älteren, mittleren und neueren Bildungen, die natürlich in dieser Reihenfolge nach einander auftreten

Indem die erste Erdrinde erhärtete, zog sie sich zusammen, sie erhielt dadurch Risse und Spalten, ähnlich wie wir dieses in heißen Sommern an austrocknendem Thonboden oft in sehr bedeutendem Grade wahrnehmen. Das Wasser drang begierig in jene Spalten ein, erweiterte sie durch seine auflösende Eigenschaft mehr und mehr und gelangte endlich, die dünne Rinde durchbrechend, bis zu der glühenden inneren Masse.

Man denke sich nun eine bedeutende Wassermenge plötzlich auf eine große glühende Fläche stürzend. Was wird der Erfolg sein? — Die Bildung von Wasserdampf in ungeheurer Masse, der zugleich durch die hohe Temperatur eine außerordentliche Spannkraft erhält. Mit einer Gewalt, der nichts zu widerstehen vermag, dehnen die Dämpfe sich aus. Sie heben die Erdrinde in die Höhe, indem sie dieselbe da und dort blasenförmig auftreiben, zerreißen sie endlich mit furchtbarem Krachen, und aus dem gespaltenen Schlunde entströmt mit

den entfesselten Dämpfen die gewaltsam hervorgetriebene feurig flüssige Masse des Innern und breitet sich an der Oberfläche aus, oder thürmt sich um die Oeffnung des Durchbruchs auf.

§. 119. Werfen wir jetzt einen Blick auf die Erdoberfläche, wie ganz verschieden finden wir sie von der oben geschilderten regelmäßigen Gestaltung. Von den in die Höhe gehobenen Stellen der Erdrinde ist das Gewässer nach den tiefer liegenden geflossen, das Feste ist von dem Flüssigen geschieden, ersteres erscheint als Festland, umgeben von Inseln, letzteres als Meer.

Das Festland selbst besteht theils aus geschichtetem Gesteine, theils aus der vom Innern emporgedrungenen allmälig erstarrten Masse, die daher als unregelmäßiges Massengestein erscheint. Die hie und da in beiden Bildungen entstandenen Spalten füllen sich mit weicher Gestein- oder Erzmasse, und werden zu Gesteinsgängen. (Vergl. §. 108.)

Wir haben hier also Wasser und Feuer als zwei bildende Ursachen kennen gelernt, und indem man die mythologischen Vertreter derselben als Pathen annimmt. spricht man von neptunischen oder Wasserbildungen, und von plutonischen oder Feuerbildungen.

§. 120. Die Gebirge dieser ersten Bildungszeit oder Periode waren nicht allzuhoch, die Meere nicht allzutief. Die vom Wasser befreiten Stellen bedeckten sich allmälig mit Pflanzen, und wohl ziemlich gleichzeitig mochten Thiere sich entwickeln. Bei der damals noch geringen Dicke der Erdrinde mußten Land und Wasser eine höhere Temperatur besitzen, und es konnten daher nur solche lebende Wesen auftreten, die unter den gegebenen Verhältnissen auszudauern vermögen. Farnkräuter, Polypen (Korallen) sind die wesentlichsten, in jenen ältesten Schichten anzutreffende Reste des damaligen Wachsthums.

§. 121. Wie lange nach jener ersten Revolution die Erdoberfläche in dem dadurch erlangten Zustande verharrte, ist ungewiß; es mögen Hunderte, es können Tausende von Jahren gewesen sein. Die Stärke der aus dem Wasser allmälig abgesetzten Schichten und die Menge der über einander gelagerten, nach einander gelebt habenden Thiere der späteren Gebilde geben hierüber nur beziehungsweise Andeutungen.

Aber daß es mit jener ersten Umwälzung nicht beendigt war, das ist gewiß. Obgleich die Erdrinde durch die immer fortwährende Abkühlung an Stärke zunahm, so haben wohl dieselben Ursachen später abermalige Durchbrüche veranlaßt, deren Erscheinungen wir im Wesentlichen bereits beschrieben haben. Nur muß hier wegen der indeß dicker gewordenen Erdrinde die Spannkraft der Dämpfe gewaltsamer, die Erhebung der festen Schichten bedeutender und das aus den Spalten aufsteigende Massengestein ausgedehnter und höher über einander gethürmt gewesen sein, als bei der ersten Bildung.

Auch mußten häufig die Massengesteine der ersten Bildungszeit von denen der nachfolgenden durchbrochen werden, während der umgekehrte Fall natürlich nicht vorkommen kann. Die Gewässer zerstörten dabei einen großen Theil der festen Gesteine und setzten dieselben in Schichten wieder ab, die Pflanzen- und

Thierwelt wurde verschüttet, hie und da im Schlamm begraben und versteinert (§. 112).

§. 122. So folgten sich denn in immer größeren Zwischenräumen mehrere Umwälzungen nach einander. Es war zu jeder späteren um so mehr Zeit erforderlich, je dicker indeß die Erdrinde geworden war, je schwieriger also große, bis in ihr Inneres dringende Spalten dem Wasser den Zutritt dorthin gestatteten. Der Erfolg war aber um so gewaltsamer und die dadurch entstandenen Verwerfungen der früher gebildeten Schichten, die Masse der aus der Tiefe aufsteigenden plutonischen Gebilde um so beträchtlicher.

Es ist gewiß, daß die höchsten Gebirge der Erde, die Anden, Cordilleren, Alpen ꝛc., zugleich die jüngsten, d. h. die zuletzt emporgedrungenen und gehobenen sind.

§. 123. Ein jeder dieser Bildungskämpfe wurde dadurch abgeschlossen, daß die Spalten und Risse, welche in der Erdrinde sich befanden, theils durch fortwährende Abkühlung der inneren Masse, theils durch wässerige oder schlammige Bedeckung von außen geschlossen wurden. An manchen Stellen geschah dies mehr, an anderen weniger vollkommen. Die letzteren waren dann wohl diejenigen, die später einen neuen Durchbruch veranlaßten.

Aber selbst bei der Beendigung der letzten allgemeinen Erhebung fand keine vollständige Verschließung der nach innen führenden Spalten Statt. An einzelnen Punkten, wo dieselben entweder sehr weit waren, oder wo große Gesteinsmassen zufällig eine Lücke zwischen ihren Theilen gelassen hatten, da konnten vereinzelte Oeffnungen sich erhalten, die noch bis zum heutigen Tage bestehen. Wir können sie einigermaßen mit den Kanälen der Rauchfänge vergleichen, die vom Aeußern eines Hauses bis in dessen Inneres, bis zur Feuerstelle führen.

Solche Oeffnungen in der Erdrinde nennen wir Vulkane. Ihre Eigenschaften, ihre Wirkungen sind ziemlich bekannt und nach dem Vorhergehenden erklärlich. Wäre ihr Inneres vollkommen leer, so könnte man durch sie gleichsam in's glühende Eingeweide der Erde hinabblicken. Aber ihre Oeffnungen oder Krater bedecken sich mit abgekühlter und dadurch erhärteter Gesteinsmasse, mit Lava und anderen vulkanischen Bildungen.

Von Zeit zu Zeit gelangt auf eine nicht allzu schwierig erklärbare Weise Wasser in's Innere der Vulkane. Die dadurch entstehenden Dampfblasen blähen sich auf und erschüttern oft weithin erstreckte Ländereien. Es sind dies die furchtbaren, dem Ausbruche der Vulkane gewöhnlich vorhergehenden Erdbeben. Endlich drängt der immer stärker gespannte Dampf die glühende Masse mit ihrer Decke nach oben. Das wiederholte Steigen und Fallen der Dampfblasen, das theilweise Durchbrechen derselben, die Erschütterung großer Erdmassen ist immer mit furchtbarem Geräusch verknüpft, das bald dem fortwährend rollenden, bald dem in einzelnen Schlägen krachenden Donner zu vergleichen ist.

Endlich ist die Masse bis zur Krateröffnung emporgedrängt. Die Decke

wird gesprengt und himmelhoch in Brocken und Staub in die Lüfte geschleudert, und letzterer mitunter als sogenannte vulkanische Asche durch Winde meilenweit fortgetragen. Dann steigt die glühende weiche Masse ruhiger auf und fließt als Lavastrom über den Rand des Kraters, unwiderstehlich Alles zerstörend, was sie erreicht.

Allein dieser furchtbarste Augenblick der Revolution enthält auch die Bedingung ihrer Beendigung. Die Dämpfe sind entwichen, die Ruhe im Innern ist hergestellt, die Lava fließt auswendig langsamer, sie steht endlich still und erhärtet, inwendig sinkt sie nach der Tiefe. Nur Dämpfe von Wasser, schweflige Säure u. a. m. entweichen dem Krater, und heiße Quellen entspringen in seiner Umgebung und geben Kunde, daß es da drinnen noch glüht. Sehr treffend bezeichnet von Humboldt die Vulkane als die Sicherheitsventile der Erdrinde.

Der dem thätigen Krater entweichende Wasserdampf bildet über demselben eine Wolke von blendend weißer Farbe, aus welcher elektrische Erscheinungen auf das Großartigste sich entwickeln. Die unablässige Entsendung von Blitzen, gefolgt vom Donner, verleihen ihr den Charakter einer Gewitterwolke, um so mehr, als heftige Gewitterregen in ihrem Gefolge wolkenbruchartig herabstürzen und verheerende Ströme von Schlamm über die Umgebung des Vulkans ergießen. Jene elektrischen Entladungen sind im Großen die Wiederholung der in neuerer Zeit beobachteten Thatsache, daß der aus einem Dampfkessel entlassene Dampf in hohem Grade elektrisch ist.

§. 124. Die Umgebung der Vulkane ist mit älteren oder jüngeren Strömen von Lava bedeckt, welche durch Verwitterung einen außerordentlich fruchtbaren Boden liefert, weshalb eine üppige Pflanzenwelt den Fuß der Vulkane umgiebt, und trotz der gefährlichen Nähe findet man am Vesuv mehrere Dörfer im Bereich seiner verderblichen Wirksamkeit.

Die Vulkane sind zugleich diejenigen Stellen, wo noch täglich Minerale gebildet werden, theils aus der glühenden Masse krystallisirend, theils indem die aus dem Krater aufsteigenden sauren Dämpfe anderes Gestein zersetzen. Daher ist die Umgebung eines Vulkans stets ein reicher Fundort für viele Minerale.

Mit der Zeit scheinen jedoch alle Vulkane sich zu verschließen und bei vielen ist dies bereits der Fall. So besteht z. B. die sogenannte Eifel aus einer Gruppe vulkanischer Erhebungen zwischen der Aar und Trier und der Laachersee bei Andernach ist die mit Wasser erfüllte Krateröffnung eines erloschenen Vulkans, wovon die ganze Umgebung alle eigenthümlichen Merkmale trägt.

Die äußere Form der Vulkane ist sehr charakteristisch und ziemlich regelmäßig kegelförmig. Dieselben sind von unten aufgetriebene Blasen, die endlich in eine Spitze sich verlängern und dort durchbrechen. Allein dieser Durchbruch hat nicht immer stattgefunden. Wir sehen eine Menge kegelförmiger Berge, die niemals vulkanisch thätig waren. In diesem Falle war die Auftreibung nicht kräftig genug, um die Erdrinde zu durchreißen, und die glühende Masse erstarrte im Innern, ohne an's Tageslicht hervorzudringen In der

That trifft man häufig inmitten solcher aus geschichtetem Gestein bestehender kegelförmiger Berge eine plutonische Gesteinsmasse, besonders Basalte.

§. 125. In Europa sind, mit Ausnahme des Vesuvs, des Aetnas und des Strombolis in Italien, sowie der auf Island gelegenen zahlreichen Vulkane, worunter der Hekla sich auszeichnet, keine von Bedeutung thätig. Die in immer größeren Zwischenräumen erfolgenden Ausbrüche der genannten, wenn auch für die nächste Umgebung furchtbar, erstrecken sich doch nicht mehr auf weithin über große Länder. Im Bereich der Geschichte finden wir jedoch mehrere Beispiele schrecklicher, für ganze Gegenden, ja Länder verderblicher vulkanischer Wirkungen. So wurden im Jahr 79 n. Chr. die blühenden und reichen Städte Herculanum und Pompeji von vulkanischer Asche verschüttet; im Jahr 1755 Lissabon durch ein Erdbeben vernichtet, und noch in den allerneuesten Zeiten haben furchtbare Zerstörungen in Südamerika durch Erdbeben stattgefunden.

Dort befinden sich noch ganze Gruppen von Vulkanen, aus deren Stellung L. v. Buch nachwies, daß sie auf den Spalten früherer Durchbrechungen stehen und unter sich inneren Zusammenhang haben. Berühmte Vulkane jener Länder sind: der 1758 in Mexico entstandene Jorullo und der 17,662 Fuß hohe Cotopaxi der Andenkette, welcher auf eine merkwürdige Weise seinen inneren Zusammenhang mit den Gewässern dadurch beweist, daß er mitunter große Massen von Schlamm und eine Menge von Fischen auswirft.

§. 126. Wir haben seither nur eine der aus den früheren Erdumwälzungen hervorgegangenen Erscheinungen weiter verfolgt, nämlich die Vulkane. Kehren wir nun auch zu Anderem zurück und betrachten zunächst die weitere Entwickelung der Pflanzen- und Thierwelt.

Es ist klar, daß, je mehr Zeit zwischen den nach einander auftretenden Störungen verfloß, ein um so bedeutenderes organisches Wachsthum sich entwickeln konnte. Pflanzen und Thiere treten nun nicht allein zahlreicher, sondern auch mannichfaltiger auf. An die Farnkräuter und Schachtelhalme reihen sich alsbald Palmen und Nadelhölzer, den früh schon erscheinenden Fischen schließen sich die Lurche oder Amphibien an. Dazwischen regten sich Schalthiere in ungeheurer Menge. So folgte das Vollkommene in angemessener Weise dem Unvollkommenen, da des ersteren Leben stets an das Vorhandensein des letzteren geknüpft ist.

Hinsichtlich der Gesteinsarten selbst findet auch ein gewisser Wechsel Statt. Nach den unlöslichen und schwer schmelzbaren Kiesel- oder Thonerdeverbindungen des Grundgebirges treten in den mittleren Gebilden allmälig mehr die Kalksteine, der Gyps, das Steinsalz und die aus der Zerstörung früherer Pflanzenwelten hervorgegangene Kohle in mannichfacher Weise auf.

§. 127. Es ist daher natürlich, daß, wenn wir die Erdrinde von außen nach innen oder umgekehrt betrachten, eine Reihe verschiedener Schichten sich uns darbieten muß, die je nach den Zeitverhältnissen, unter welchen sie gebildet wurden, einen eigenthümlichen, bestimmten Charakter haben. Da im Wesentlichen dieselben Erscheinungen auf der ganzen Oberfläche der Erde stattgefunden haben, so müs-

sen die gleichzeitigen Gebilde ihrer Rinde auch überall gleich oder ähnlich sei.

Im Ganzen hat dieses die Erfahrung bestätigt. Im Einzelnen ist d Beweis oft schwierig, mitunter unmöglich. So ist überall und allerwär Schiefergestein das unterste, älteste. Im Uebrigen findet manche Verschieden heit Statt. Es fehlen an manchen Stellen ganze Reihen oder Glieder vo Gesteinsmassen, die an anderen Orten angetroffen werden. Allein dieses i nur örtlich und für's Ganze von untergeordneter Bedeutung. Wir werden sehen, daß häufig das Wasser die Ursache war, welches solche Glieder in einzel nen Gegenden zerstörte, während sie in anderen sich erhielten.

Uebersicht der Bildungen.

§. 128. Der Geognost nennt Bildung oder Formation einen unter denselben Zeitverhältnissen entstandenen Theil der Erdrinde, gleichviel, ob er von bedeutender Dicke oder Mächtigkeit ist oder nicht. Bildungen, die benachbart sind, und daher in naher gegenseitiger Beziehung stehen, betrachtet er im Zusammenhang als Gruppe. Die einzelnen Schichten, welche eine Bildung zusammensetzen, nennt er deren Glieder.

§. 129. Wegen der verschiedenen äußeren und inneren Beschaffenheit lassen sich die Wasser- und Feuerbildungen nicht wohl gleichzeitig übersehen, obgleich einer jeden Wasserbildung eine vorhergegangene Feuerbildung entsprechen muß. Die Grünsteine und Porphyre, welche den Granit durchbrechen, sind ebenso sicher später erschienen, als Grauwacke und Steinkohle, die über den Schiefersteinen abgelagert sind.

Es wäre vielleicht am zweckmäßigsten, die verschiedenen Bildungszeiten nach den Massengesteinen zu benennen, welche in denselben zu Tage gekommen sind, und so die ganze Erdbildung in Erhebungen des Granits, Grünsteins, Porphyrs und Melaphyrs, Basaltes und die der Vulkane abzutheilen und dazwischen die allmälig abgelagerten Wasserbildungen abzuhandeln. Allein theils, weil die geschichteten Steine früher erkannt wurden, theils, weil die Massengesteine noch nicht überall mit der gewünschten Sicherheit bestimmt sind, herrschen die Benennungen nach den ersteren in allen geognostischen Systemen vor.

§. 130. Bei der nachfolgenden Tafel begegnen wir eigenthümlichen Namen, die theils ganz zufällig und ohne besondere Bedeutung sind, theils einem wesentlichen Bestandtheile der Gruppen entsprechen, wie z. B. die Benennungen: Keuper, Rothliegendes, Leias, Muschelkalk u. s. w.

Da die von den französischen Geologen angenommene Eintheilung und Benennung der Bildungen mehrfach in neuere Werke übergegangen ist, so wollen wir dieselben mit den entsprechenden, auf Seite 411 unseres Buches vergleichen. 1) Das paläozoische Gebilde, umfassend das cambrische, silurische, devonische, Steinkohlen- und permische System, entsprechend I bis IV. 2) Das secundäre Gebilde, mit dem triasischen, jurassischen und Kreide-System, entsprechend V bis VII. 3) Die tertiären Bildungen, welche VIII und IX entsprechen und in die eocene, miocene und pliocene Periode unterschieden werden.

g.

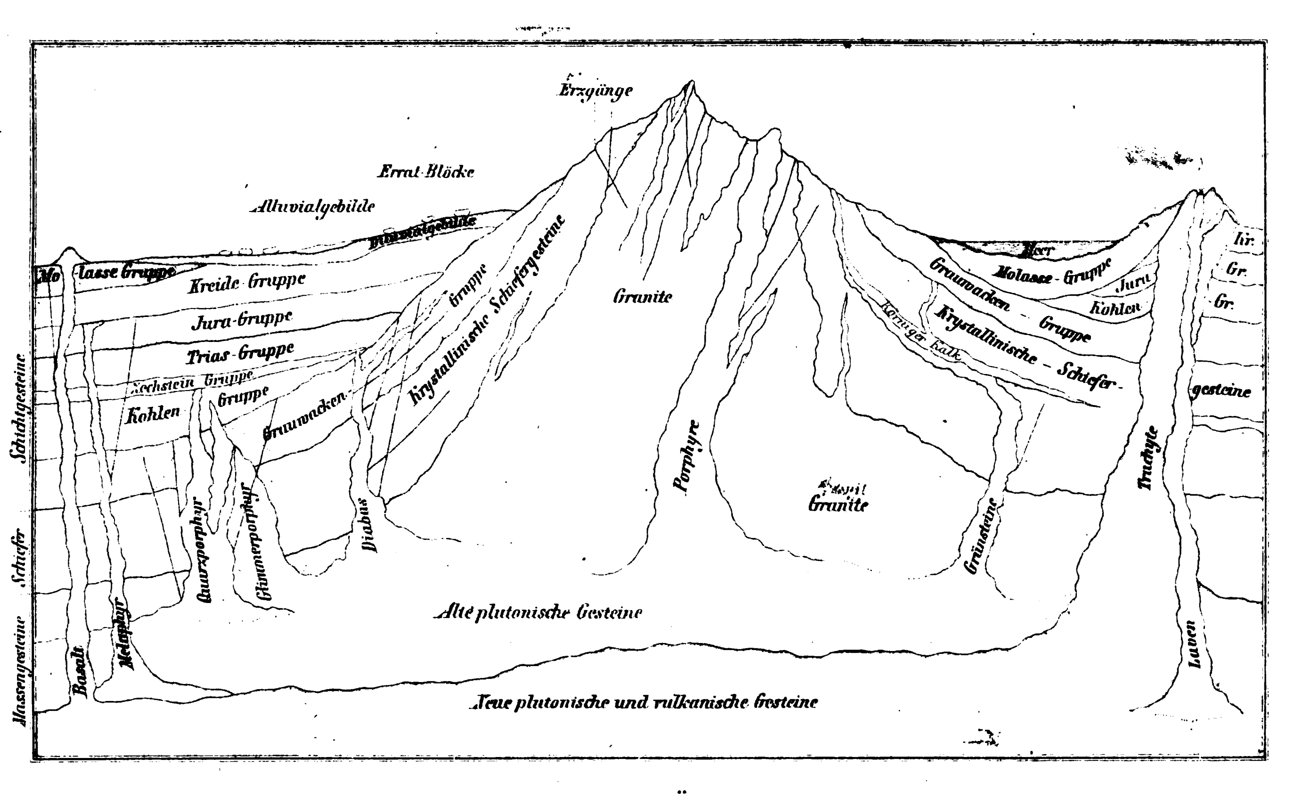
ähnlich fe
elnes ist d
d allerwi
Verschie
Glieder
in dieſe
Wir we
er in ei

r derſelbe
von de
benachb
er im
Bild

en ſich b
leich ei
ß. D
nſo jede
ſerſtein

ngszeiten
kommen.
inſteins
und de
theils
Maſſe
, ben
n w
, di
ſentli
ngen:

Be
ollen
ſchen
iſche,
un
ſpre
ent



DURCHSCHNITT EINES STÜCKES DER ERDRINDE.

Reihenfolge der Bildungen.

(Mit den ältesten beginnend.)

Wasserbildungen (neptunische, normale oder geschichtete Bildung; Flötzgebirge).			Feuerbildungen (plutonische oder vulkanische, abnorme Bildungen; Massengebirge).	
Gruppen.	Bildungen oder Formationen.	Aelteste Benennung nach Werner.	Gruppen.	Wichtigste Gesteine derselben.
I. Schiefergruppe.	Thonschiefer, Glimmerschiefer Gneiß.	1. Urgebirge.	A. Granitgruppe.	Granit, Granulit, Syenit.
II. Grauwackengruppe.	Obere } Untere } Grauwacken-Bildung.	2. Uebergangsgebirge.		
III. Kohlengruppe.	Rothliegendes. Steinkohlen-, Bergkalk-Bildung. Alt-Rothsandstein.		B. Grünsteingruppe.	Grünstein, Serpentin.
IV. Zechsteingruppe.	Zechstein-Bildung.	3. Secundär- oder Flötzgebirge. (2te Bildung.)		
V. Triasgruppe.	Keuper-, Muschelkalk-, Buntsandstein-Bildung.		C. Porphyrgruppe.	Felsitporphyr, Pechsteinporphyr, Melaphyr.
VI. Juragruppe.	Jura-, Leias-Bildung.			
VII. Kreidegruppe.	Kreide-, Quadersandstein-, Weald-Bildung		D. Basaltgruppe.	Basalt, Phonolit, Trachyt
VIII. Molassegruppe.	Obere Braunkohlen-, Grobkalk-, untere Braunkohlen-Bildung.	4. Tertiärgebirge. (3te Bildung.)		
IX. Aufgeschwemmtes und angeschwemmtes Land.	Alluvialbildung. Diluvialbildung.	5. Quaternärgebirge. (4te Bildung.)	E. Vulkanische Gruppe.	Lava, Auswürflinge, schlammige Produkte der Vulkane.

§. 131. Bei der Betrachtung der geschichteten Gesteine ist der Uebergang von den ältesten zu den jüngeren die allein richtige Reihenfolge, einestheils, weil nur dieser Weg mit dem Entwickelungsgange unserer Erde und deren Schöpfungen übereinstimmt, anderentheils weil die Beschreibung jüngerer Conglomerate gar nicht deutlich zu geben ist, wenn sie Geschiebe älterer Schichtgesteine einschließen und diese vorher nicht gekannt sind. Bei der Verfolgung der Gruppen von den jüngeren zu den älteren würden die ersteren gleichsam immer in der Luft schweben, d. h. man würde nicht wissen, worauf sie liegen.

a. Wasserbildungen.

(Neptunische — normale — oder geschichtete Bildung; Flötzgebirge.)

1ste Gruppe: Schiefer.

(Ur- oder Grundgebirge.)

§. 132. In der §. 130 gegebenen Uebersicht ist die Schiefergruppe unter den geschichteten Bildungen mit aufgeführt, obgleich sie, ihrer Entstehungsweise nach, wohl zu den Feuerbildungen gezählt werden muß. In diesem Falle müßte dieselbe über der Granitgruppe stehen. Wir fügen die Schiefer dem Geschichteten hinzu, weil wir sie bei der Beschreibung der Erdrindenbildung in §. 115 als erste feste Schicht oder Kruste des einst flüssigen Erdkörpers bezeichnet haben, die jedoch bald und zwar zunächst vom Granit durchbrochen wurde. Die Schiefergesteine müßten daher überall angetroffen werden, wenn sie nicht von mächtigen Flötzbildungen bedeckt wären. Sie sind jedoch über die ganze Erde verbreitet und bilden die Hauptmasse von sehr vielen Gebirgen.

Andere Massengesteine durchsetzen häufig die Gesteine der Schiefergruppe, wie namentlich Grünstein, Porphyr und Granit. Ebenso findet man nicht selten Erzgänge in denselben.

Die drei Hauptgesteine dieser Gruppe sind: Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneiß.

Der Thonschiefer (§. 84), der in seiner reinsten Form als Dachschiefer bekannt ist, jedoch in vielen Abänderungen vorkommt, hat weniger Erzgänge und ist von geringerer Verbreitung als die beiden anderen Gesteine. In Deutschland erscheint er im Jeschkengebirge in Böhmen, am Südabhange des Riesengebirges, an verschiedenen Punkten des Erzgebirges, im Voigtlande und in einem Theile des Fichtelgebirges.

§. 133. Der Glimmerschiefer (§. 85) ist durch die Mächtigkeit seines Auftretens sehr bedeutend, und bildet als Gebirge breite Felsrücken mit hervortretenden Felskämmen oder zackige Berggipfel und schroffe Thaleinschnitte. Ein großer Theil der schweizer und tyroler Alpen besteht aus diesem Gestein, das außerdem in den Sudeten, im Riesen-, Erz- und Fichtelgebirge eine wichtige Rolle spielt, während es im Thüringer Wald, Odenwald und Schwarzwald mehr untergeordnet erscheint. Es führt, namentlich in der Nähe

von Durchsetzungsstellen des Granits und Porphyrs Erzgänge, die beträchtlichen Bergbau veranlassen.

Der Gneiß, welcher als Mittelgestein zwischen Glimmerschiefer und Granit sehr viele Abänderungen zeigt, ist besonders in der Nähe der Porphyrdurchsetzungen reich an Erzgängen. Als Gebirge hat er große Verbreitung, indem der Böhmerwald, das mährische Gebirge, der hohe Rücken und der nördliche Abfall des Erzgebirges, sowie die Südhälfte des Fichtelgebirges zum großen Theil daraus bestehen. Er erscheint ferner und zwar meistens mit Granit verbunden, im Elbgebiet, Riesengebirge, in den Sudeten, im Spessart, Odenwald, Schwarzwald und in den Alpen.

2te Gruppe: Grauwacke.
(Uebergangsgebirge.)

§. 134. Die Bezeichnung dieser Gruppe als Uebergangsgebirge deutet darauf hin, daß wir mit ihr an der Gränze der entschieden geschichteten Bildungen angekommen sind. In der That tritt in derselben der Charakter jener ersten Erdkruste auf, die wir in §. 118 als Ur- oder Grundgebirge bezeichnet haben.

Die bedeutendsten Glieder dieser Gruppe sind Grauwackenschiefer und Grauwackensandstein, wozu sich namentlich in dem oberen Theile bedeutende Kalksteine und Dolomite gesellen. Ein grauer feinkörniger Sandstein, dessen feste auf den Feldern umherliegenden Stücke »Wacken« genannt werden, hat der Gruppe den Namen verliehen.

Die Verbreitung der Grauwacke ist in großer Mächtigkeit über einzelne Theile von ganz Europa und in mehreren anderen Welttheilen beobachtet. Sie erscheint häufig als eigentliches Gebirge und in Deutschland vorzüglich am Hunsrück, der Eifel, der hohen Venn, Taunus und Westerwald, im Südost des Thüringer Waldes, im nördlichen Fichtelgebirge, im Erzgebirge, Riesengebirge, am westlichen Abhange der Sudeten, im Innern von Böhmen und in den Tyroler Alpen. Die Thäler der Grauwackengruppe sind meistens außerordentlich gewunden, wie z. B. das Mosel- und das Aarthal.

Die Grauwackenschiefer machen einen Theil des rheinischen Schiefergebirges aus und gehen stellenweise in nutzbaren Dachschiefer über. Diese Bildung enthält namentlich in England Anthracit (§. 30) eine schwer entzündliche und darum wenig benutzte Kohle, welche ein vollkommen mineralisches Ansehen hat.

Versteinerungen finden sich in den oberen Gliedern an manchen Orten sehr reichlich, während die unteren ärmer sind. Es sind vorzüglich Polypen, Weichthiere und sogenannte Trilobiten oder Reste ausgestorbener assel- oder krebsartiger Thiere. Fische und Pflanzen gehören hier zu den seltneren Erscheinungen.

3te Gruppe: Steinkohle.

§. 135. Wir begegnen hier einer der wichtigsten Bildungen, da sie als wesentlichstes Glied die Steinkohle einschließt, welche als Brennmaterial für den Haushalt und Gewerbebetrieb der Menschen unentbehrlich geworden ist. Es beginnt diese Gruppe mit einem groben Conglomerat, aus Bruchstücken älterer Gesteine bestehend, das niemals Basalt, Kalkstein oder Feuerstein enthält und wegen seiner eigenthümlichen Färbung den Namen Rothliegendes erhalten hat. Dasselbe erreicht eine Mächtigkeit bis 3000 Fuß und erscheint theils am Rande hoher Gebirge, theils selbst mächtige Bergmassen zusammensetzend, wie am Thüringerwald und Harz. Nur wenige Pflanzenabdrücke werden in diesen Schichten angetroffen.

Dem Rothliegenden folgt die eigentliche Steinkohlenbildung. Dieselbe besteht aus Lagern von Steinkohle, die einige Zoll bis 20 Fuß, sehr selten über 40 Fuß mächtig sind, und vielfach mit einem eigenthümlichen grauen Sandstein oder dunkleren Schieferthon wechseln, so daß 8 bis 120 und mehr Kohlenlagen unter einander liegen, von welchen jedoch nur die wenigen stärkeren der Anbauung würdig sind. Unter der Steinkohle liegt die Grauwacke der vorhergehenden Gruppe.

Das Auftreten der Kohlenformation an der Erdoberfläche scheint einigermaßen von dem Vorhandensein der Gebirge abhängig, d. h. an deren Ränder gebunden zu sein, denn in den eigentlichen großen Niederungen wird sie in der Regel vermißt, oder sie ist zu mächtig bedeckt, um beobachtet, oder selbst durch Bohrung erreicht werden zu können.

Auch scheint in jener Zeit, welche der Steinkohle ihre Entstehung gab, diese nicht an allen Orten gleichmäßig gebildet worden zu sein.

Die innerhalb dieser Schicht aufgefundenen Pflanzenreste lassen darauf schließen, daß in jener Zeit eine ungemein kräftige und dichte Pflanzenwelt vorhanden war, die jedoch, da sie hauptsächlich aus baumartigen Farnkräutern und Schachtelhalmen bestand, einen wesentlich verschiedenen Anblick gewähren mußte, als unsere jetzigen Wälder. Nicht überall möchte jedoch jene Pflanzenbedeckung gleich stark und dicht gewesen sein, um bei ihrem Untergang Veranlassung zur Entstehung von Steinkohlenlagern zu geben. Es ist daher möglich, ja wahrscheinlich, daß in manchen Gegenden die übrigen Glieder dieser Gruppe vorhanden sein können, ohne daß zugleich Steinkohle angetroffen wird.

In der Regel hat man beobachtet, daß die Steinkohlenlager muldenartig von höherem Gebirge halb umschlossen werden, ähnlich, wie dies bei den beckenartigen Einlagerungen der Molasse (§. 142) der Fall ist, wodurch es den Anschein gewinnt, als ob innerhalb großer Gebirgsbusen jene Pflanzen besonders reich entwickelt gewesen, und daher nur dort beträchtliche Steinkohlenlager entstanden seien.

Aus dem Vorhergehenden folgen nun einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Wahrscheinlichkeit des Auffindens der Steinkohle in einer Gegend.

Besteht dieselbe aus Urgebirge oder aus plutonischen Gesteinen, die wir in Fig. 28 S. 411 mit dem Buchstaben A bis E bezeichnet haben, so ist mit Gewißheit auf das Fehlen der Kohle zu schließen. Beim Vorhandensein mächtiger geschichteter Formationen ist die Auffindung der Kohle in bauwürdiger Tiefe nicht wahrscheinlich. Sie ist jedoch leichter möglich, da wo die Wasserbildungen an Massengestein anliegend von diesem gehoben und aufgerichtet sind, so daß die unteren Schichten der Oberfläche der Erde näher kommen oder gar zu Tage gehen.

Das Aufsuchen der Steinkohle ist da vorzüglich zu ermuntern, wo das Rothliegende und die Grauwacke sich zeigen, weil diese die Bildungen sind, welche die Kohle begränzen. Kommt hierzu noch eine muldenförmige Bildung anstehenden Massengebirges, so ist die Hoffnung um so gegründeter und Versuche mit dem Erdbohrer sind wiederholt anzustellen.

§. 136. Die Hauptsteinkohlendistricte Deutschlands sind durch die folgenden Orte und Gegenden zu bezeichnen: Aachen, in dessen Nähe leider nur ein kleiner Antheil der mächtigen Steinkohlenformation Belgiens auf deutsches Gebiet sich erstreckt; die Ufer der Ruhr mit reichen Kohlenlagern, welchen Düsseldorf und Elberfeld ihre Gewerbthätigkeit verdanken; Ilefeld und Halle am Harz; Zwickau, Chemnitz und der Plauensche Grund in Sachsen; Waldenburg und Schatzlar in Schlesien; Mislowitz an der Gränze von Krakau; Brünn in Mähren; der Berauner, Rakowitzer und Pilsener Kreis Böhmens, nächst Belgien das an Kohlenniederlagen reichste Land des Continents; der Südabhang des Hunsrücks, von Kreuznach bis hinter Saarbrück.

Vorzüglich reichlich sind die Steinkohlen entwickelt in England, besonders in der Gegend von Newcastle am Tyne; ferner in Belgien und dem angränzenden Theile Frankreichs, bei Dombrowa in Polen, bei Fünfkirchen in Ungarn. Glieder der Steinkohlengruppe überhaupt sind in Amerika, Asien und selbst in Australien beobachtet worden und in Südamerika fand Humboldt Steinkohle 8000 Fuß hoch über dem Meere.

Die Gesammtmasse der in Europa jährlich zu Tage geförderten Steinkohle beträgt über 700 Millionen Centner, wovon auf England allein gegen 450 und auf Deutschland über 40 Millionen kommen.

4te Gruppe: Zechstein.

§. 137. Von allen Schichten, die zur Bildung der Erdrinde gehören, ist die des Zechsteins bis jetzt am wenigsten verbreitet beobachtet worden. Im nordöstlichen Deutschland, besonders in der Grafschaft Mansfeld in Sachsen, liegt zwischen dem Sandstein der vorhergehenden und dem Conglomerat der folgenden Gruppe scharf getrennt diese Bildung, deren wesentlichstes Glied ein dunkler bituminöser Mergelschiefer mit häufigem Kupfererzgehalt ist, woher er den Namen Kupferschiefer erhielt. Derselbe wird bergmännisch fleißig auf Kupfer befahren. An Versteinerungen bildet die Zechsteingruppe nur einige

wenige Arten, diese jedoch in einer sehr großen Anzahl von Individuen, welche sämmtlich Meeresbewohner, nämlich Korallen, Muscheln und Fische sind.

Die oberen Glieder der Zechsteinformation enthalten nicht selten Gyps, der zuweilen bedeutend vorwaltet, wie z. B. am südlichen Harz, und nicht selten von Steinsalz begleitet ist, ähnlich, wie wir diese beiden Minerale auch im Keuper §. 138 neben einander finden. Die Salzwerke des nördlichen Deutschlands gehören daher sämmtlich der Zechsteinbildung an. In der Gegend von Eisleben und Eisenach finden sich im Gyps häufig Höhlen oder sogenannte Gypsschlotten, die wahrscheinlich von früher vorhandenem und mit der Zeit ausgewaschenem Steinsalz herrühren.

5te Gruppe: Trias.

§. 138. Der Name dieser Gruppe rührt daher, daß sie aus drei Hauptgliedern besteht. Man begegnet derselben in Thüringen und Schwaben, denn der ganze Schwarzwald ist ihr angehörig, sowie die ihm gegenüberliegenden Vogesen, zwischen welchen der Rhein sein ungeheures Bett eingerissen hat.

Gyps und Steinsalz sind für diese Gruppe charakteristisch, deren oberer Theil, Keuper genannt, dieselben besonders reichlich enthält, so daß in Würtemberg sämmtliche Salzwerke, wie die von Hall, Friedrichshall, Dürrheim, Wimpfen u. a. m. derselben angehören.

Ein weiteres Glied ist der Muschelkalk, wegen seines Reichthums an versteinerten Muscheln in einzelnen Schichten also genannt.

Die größte Ausdehnung erreicht dagegen das unterste Glied, die Bildung des bunten Sandsteines genannt, weil rother, gelber oder weißer Sandstein darin vorherrscht. Außer dem Schwarzwald und den Vogesen besteht fast der ganze Spessart und Odenwald, sodann die Haardt mit dem malerischen Annweilerthal aus buntem Sandstein, dessen Mächtigkeit meist 400 bis 600, zuweilen selbst 1000 Fuß beträgt.

Auffallend ist es, wie in der Triasgruppe, im Ganzen genommen, die Versteinerungen zurücktreten. Namentlich sind hierin der Keuper und der bunte Sandstein geradezu arm zu nennen. Häufig sind sie dagegen im Muschelkalk, doch weniger reich an Arten als im Jura. Zweischalige Muscheln herrschen vor, und die dort so häufigen Ammonshörner und Belemniten fehlen hier gänzlich. Als nur dem Muschelkalk angehörig müssen aber die Ceratiten angeführt werden. Von Pflanzenresten findet man Farnkräuter und Schachtelhalme, bis zum bunten Sandstein herunter. Selten sind die Reste von Fischen und Amphibien.

In gewissen Schichten des bunten Sandsteines sind erhärtete Fährten (Fußabdrücke) entdeckt worden, von denen es zweifelhaft ist, ob sie Säugethieren, Vögeln oder Lurchen angehören, wovon Letzteres das Warscheinlichere ist.

6te Gruppe: Jura.

§. 139. Das Juragebirge, welches 4000 bis 5000 Fuß hoch ansteigt, hat dieser Bildung den Namen verliehen, die in ziemlicher Verbreitung über Europa be-

obachtet worden ist. Kalk ist das besondere vorherrschende Glied derselben, wechselnd mit Dolomit, Mergel, Thon und Sandstein. In den oberen Schichten tritt ein hellfarbiger, an der Luft ganz weiß werdender Kalkstein mit versteinerten Korallen auf, während die unteren durch dunkle Kalksteine und Mergel sich auszeichnen.

In Deutschland gehört nämlich die schwäbische Alp der Jurabildung an, die sich durch Bayern, Franken bis Sachsen erstreckt. Berühmt sind die vielen Knochenhöhlen derselben, sowie die in der Grafschaft Pappenheim, namentlich bei Solenhofen, sich findenden plattenförmigen, reinen und dichten Kalksteine, die unter dem Namen der lithographischen Steine eine wichtige Anwendung gefunden haben.

Die untere Jurabildung hat aus dem Englischen den Namen Leias (von layers, Lager) erhalten.

Versteinerungen sind in der ganzen Bildung außerordentlich häufig, namentlich Weichthiere, darunter viele Ammoniten und Belemniten, Fische und eidechsenartige Thiere, worunter die merkwürdige geflügelte Eidechse (Pterodactylus). In den unteren Schiefern finden sich Meerespflanzen.

Der aus der Jurabildung hervorgegangene Boden ist fruchtbar, mit Ausnahme der Kalk- und Dolomitgebirge.

7te Gruppe: Kreide.

§. 140. Während die Bildungen der vorhergehenden Gruppe mehr örtlich auftreten, und zwar da, wo die natürlichen Bedingungen der An- und Aufschwemmungen in mehr oder minder großem Maaßstabe vorhanden waren, finden wir die Glieder der Kreidegruppe viel allgemeiner und unabhängiger auftretend. Dieselbe besteht aus einer bestimmten Reihenfolge von kalkigen, mergeligen, sandigen und thonigen Schichten, deren obere die Reste von Meeresthieren, die unteren Landpflanzen und Süßwasserthiere enthalten.

Die Kreide schließt eine Reihe von Gruppen, zu der die des Zechsteins, der Trias und des Jura gehören und welche Werner als zweite oder secundäre Gebirgsbildung bezeichnete. Das auffallende Merkmal des Secundärgebirges ist der Mangel an versteinerten Resten von Vögeln und Säugethieren, so daß seine Entstehung unter Verhältnissen vor sich gehen mußte, die von den späteren und jetzigen wesentlich verschieden waren.

Die Kreidegruppe ist nicht allein fast in allen Ländern Europas, sondern auch in verschiedenen Theilen Asiens, Afrikas und Amerikas erkannt worden. Der erste dieser Welttheile scheint während ihrer Entstehung fast ganz vom Meere bedeckt gewesen zu sein. Diese Bildung stellt vorzugsweise bergiges oder hügeliges Land dar, ohne jedoch in den hohen Gebirgen zu erscheinen.

§. 141. Das ausgezeichnet charakteristische Glied dieser Gruppe ist die Kreide. Sie erreicht eine Mächtigkeit von 600 bis 900 Fuß, wechselnd aus weißer Kreide, die in Kreidemergel, Kalkstein übergeht und theils benutzbar, theils

grau und hart ist. Der Kreideboden ist unfruchtbar und besonders enthält Südfrankreich ausgedehnte, fast wüste Hochebenen von Kreide.

Merkwürdig ist es, daß der Feuerstein ein steter Begleiter der Kreide ist, die denselben in knollenförmigen Stücken, sogenannten Nestern eingeschlossen enthält. Die nähere Untersuchung ergiebt, daß derselbe aus den Kieselpanzern von Infusorien besteht.

Die Versteinerungen sind außerordentlich reichlich, namentlich an Bewohnern des tiefen Meeres.

In den unteren Gliedern der Kreidegruppe treten wichtige Sandsteinschichten auf, die in England durch Grünerdekörnchen gefärbt, Grünsand, in Deutschland, wegen ihrer Zerklüftung, Quadersandstein genannt werden. Der letztere tritt namentlich in Sachsen zu Tage und bildet dort die auffallenden und malerischen Schluchten und Felspfeiler der sächsischen Schweiz.

8te Gruppe: Molasse (Tertiärgebirge).

§. 142. Die Benennung dieser Gruppe ist einem ihr angehörigen groben, lockeren Sandstein entlehnt, welcher in der Schweiz vorkommt und dort Molasse genannt wird. Derselbe enthält häufig große Geschiebe, die er zu einem festen Gestein verkittet, das Nagelfluh genannt wird und z. B. am Rigi bis zu 6000 Fuß ansteigt. Mit Braunkohlen und kalkigen Schichten wechselnd, bildet dieselbe den Saum der Alpen.

Außerdem scheinen in derselben Zeit mehrere große Meerbusen allmälig ausgefüllt worden zu sein, in deren oberen Schichten Sand, Kies und Mergel mit Versteinerungen von Süßwasserthieren vorherrschen, während in den mittleren Schichten ein Kalkstein von grobem Korn, sogenannter Grobkalk, mit eingesprengten Grünerdekörnchen und Land- und Meerwasserversteinerungen überhand nehmen. Die unteren Schichten sind thonig und braunkohleführend. Es herrschen hierin jedoch an verschiedenen Orten mehrfache Abänderungen.

Merkwürdigerweise liegen mehrere Hauptstädte, wie Wien, Mainz, London und Paris inmitten solcher Ausfüllungen oder Becken. Unter den Versteinerungen des Mainzer Beckens ist besonders das Dinotherium bekannt geworden, ein riesenmäßiges, elephantenähnliches Thier, mit zwei großen, abwärts gebogenen Zähnen. Um London herrscht ganz besonders Thon vor und in der Umgebung von Paris liefert diese Bildung einen ausgezeichneten Mühlstein und eine große Anzahl von Meeresversteinerungen, worunter 1400 Arten meist ausgestorbener Muscheln gezählt worden sind.

§. 143. Mit Ausnahme der Schweiz erhebt sich die Molasse nicht beträchtlich. In Norddeutschland, Böhmen, in der Wetterau u. a. O. treten vorzugsweise die Braunkohlenbildungen auf, während die mittlere Grobkalkschicht nicht

vorhanden ist. Dagegen ist dort als charakteristischer Begleiter der unteren Abtheilung ein Sandstein zu bemerken, der sich durch eine große Festigkeit auszeichnet und in einzelnen, oft auffallend abgerundeten Blöcken über ganz Norddeutschland verbreitet ist.

Die Braunkohle tritt in jenen ebeneren Gegenden häufiger hervor, als in den höher gelegenen, wo größere Massen an- und aufgeschwemmten Landes sie bedecken. Doch erscheint sie auch da, mitunter durch Massengestein gehoben, zu Tage gehend. In der Nähe von Basalten ist die Braunkohle wahrscheinlich durch den Einfluß der Wärme beträchtlich verändert. Ihre holzähnliche Beschaffenheit verschwindet fast gänzlich, und sie gewinnt alsdann mehr das Ansehen von Steinkohle. (Chem §. 167.)

Daß die Braunkohle wohlerhaltene Stämme, Blätter, Früchte, ferner Bernstein mit eingeschlossenen Insecten u. s. w. führt, ist bereits erwähnt worden.

Erdige Braunkohle, die Thonerde und Schwefeleisen eingemengt enthält, wird zur Alaunfabrikation benutzt. (Chem. §. 87.)

9te Gruppe: Angeschwemmtes und Aufgeschwemmtes.

§. 144 Alluvialgebilde oder angeschwemmtes Land entsteht noch tagtäglich unter unseren Augen. Die Bäche, die Flüsse reißen vom Gebirge und Thalrande, durch welche sie ihren Weg nehmen, mehr oder weniger ab, je nach dem Grade der Festigkeit jener, und nach dem stärkeren oder geringeren Fall des Wassers. So werden die Erhöhungen der Erde, wenn auch unmerklich, doch fortwährend und beständig verkleinert.

Das Losgerissene wird an Stellen, wo der Fluß ruhiger fließt, wieder abgesetzt, theils als feiner Schlamm, theils als Kies und Gerölle. Darunter befinden sich dann öfter solche mineralische Körper, die in der Gebirgsmasse vertheilt waren, durch den Fluß jedoch wegen ihrer größeren Dichte früher abgesetzt werden, als die weniger dichten. Auf diese Weise werden Gold und Edelsteine, auch Zinnerz an manchen Stellen des angeschwemmten und aufgeschwemmten Landes gleichsam angesammelt und daraus gewonnen, deren Aufsuchung im Gebirge selbst nicht lohnen würde.

Die größten Anschwemmungen sind die durch den Schlamm großer Flüsse entstandenen und fortwährend sich vergrößernden Delta's, dreieckige Inseln, die vor den Mündungen jener Flüsse liegen und dieselben in viele Arme zertheilen, wie dies beim Nil, Rhein und der Donau der Fall ist.

Auch große Seen sind allmälig durch Anschwemmung ausgefüllt worden.

Das Meer zerstört und bildet ebenfalls fortwährend, an der einen Küste losreißend, an der anderen zuführend, und man hat an einigen Orten die Entstehung eines sogenannten jüngsten Meeressandsteines oder Kalkes beobachtet, der aus den salzigen Bestandtheilen des verdunstenden Meerwassers und

27*

den Resten zerriebener Muscheln allmälig sich bildet und das einzige Gestein ist, das bereits menschliche Gerippe einschließt (auf Guadeloupe).

Unserer Zeit gehören ferner nicht unbedeutende Bildungen von Kalktuff an. Aus manchen Bächen, Seen und Sümpfen, die sehr viel kohlensauren Kalk enthalten, setzt sich dieser ab, sobald ein Theil der Kohlensäure an der Luft sich verflüchtigt (Chemie §. 80). Die dadurch entstehenden Kalkrinden überziehen alle in dem Wasser befindlichen Gegenstände und bilden ein lockeres weiches Gestein, das jedoch an der Luft erhärtet und als Baustein benutzt wird.

Berühmt als solcher ist der Travertin, der in der Nähe von Rom sich findet, wo z. B. in einem Sumpfe bei San Filippo innerhalb 20 Jahren eine 30 Fuß mächtige Travertinmasse gebildet wurde. Kieselhaltige Quellen, wie die zu Karlsbad, und die merkwürdigen heißen Quellen Islands, die Geyser, setzen Kieselsinter ab. Nicht unbedeutend sind ferner die aus eisenhaltigen Wassern abgelagerten Rasen-Eisenerze (Sumpferz) und salzige Krusten, die am Ufer des Meeres, der Seen und Sümpfe beim theilweisen Austrocknen hier und da entstehen.

§. 145. Wichtiger sind jedoch die Torflager, deren Bildung innerhalb der geschichtlichen Zeit im chemischen Theile §. 165 bereits beschrieben wurde. Sie erfüllen namentlich die Niederungen, wie z. B. die Ebenen von Holland, Preußen, Hannover und Dänemark. Man findet tief in denselben begrabene Geräthe und Werke von Menschen, z. B. celtische Waffen, die hölzerne Brücke, die Germanicus schlug, als er durch die Niederlande nach Deutschland vordrang, u. a. m. Die Torfbildung reicht jedoch auch in die älteren Bildungen des Aufgeschwemmten und der Molasse hinunter, dort in die Braunkohle übergehend.

Aehnlich verhält es sich mit den Infusorienlagern. Unsichtbar kleine Thiere sind mit Gehäusen oder, ähnlich wie Krebse, mit Panzern umgeben, die aus Kieselsäure bestehen, und die Reste von Milliarden abgestorbener Infusorien häufen sich allmälig zu Lagern an, die zerreibliche Kieselgesteine bilden, welche als Trippel, Polirschiefer und Kieselguhr beschrieben wurden. Im Meere sind es die aus dessen Tiefe aufbauenden Korallen (Polypen), die mit ihren kalkigen Zweigen der Oberfläche des Wassers sich nähern und so die Korallenriffe und Koralleninseln bilden, welche namentlich im stillen Meere häufig sind.

Im Ganzen genommen erreichen die angeschwemmten Bildungen niemals eine bedeutende, die Meeresoberfläche überragende Mächtigkeit. Sie umschließen nur solche Pflanzen- und Thierreste, die noch lebend angetroffen werden.

Das Aufgeschwemmte

§. 146. oder Diluvialgebilde tritt schon mächtiger auf. Es entstand in vorgeschichtlicher Zeit durch Ablagerung aus ungeheuren Fluthen vor dem Bestehen

des Menschengeschlechts, denn niemals schließt es Knochen desselben ein. Aber bei allen Völkern treffen wir die dunklen Sagen von großen Fluthen an, in der Bibel die Sündfluth, die vordem einen großen Theil der Erde bedeckten.

Die hieraus entstandenen Ablagerungen sind bei weitem mächtiger, als das nur von Meer und Flüssen Angeschwemmte. Ihre Mächtigkeit beträgt bis 200 Fuß, gewöhnlich liegen sie gegen 1000 Fuß über dem Meeresspiegel, steigen jedoch nicht über 2000 Fuß in die Höhe. Der ganze Boden der großen Niederung Europas besteht daraus, und viele kleinere Ebenen des Hochlandes.

So ist das ganze Rheinthal mit aufgeschwemmtem Lande angefüllt, das ein fruchtbarer mergeliger oder sandiger Lehm ist und Lös genannt wird, weil es von den durchschneidenden Bächen nicht sanft abgespült, sondern unterwühlt und dann senkrecht abgelös't wird.

Das Aufgeschwemmte schließt viele Reste von Thieren ein und zwar nicht nur von solchen, die jetzt noch lebend sich finden, sondern auch von bereits ausgestorbenen. Zu diesen gehören namentlich zahlreiche große Landthiere, wie das Mammuth, der Höhlenbär u. a. m. Besonders merkwürdig sind Anhäufungen solcher Knochen in manchen Höhlen, z. B. in der Muggendorfer in Bayern, in der Gailenreuther in Franken, in der Baumanns- und Bielshöhle des Harzes, in der Nebelhöhle bei Tübingen und in anderen mehr. Theils mögen viele Raubthiere darin gehaus't haben, theils scheinen die Knochen durch Fluthen hineingeschwemmt worden zu sein.

§. 147. In die Zeit jener großen Fluthen mögen auch gewisse Wanderungen fallen, die uns unter den jetzigen Verhältnissen freilich unbegreiflich erscheinen. In der großen norddeutschen Ebene findet man nämlich große abgerundete Felsblöcke, vornehmlich aus Granit, vereinzelt über dem aufgeschwemmten Lande liegend und daher irrende oder erratische Blöcke oder Findlinge genannt. Weder weit und breit, noch in der Tiefe ist dort Granit anzutreffen. Es ist gewiß, daß diese Blöcke aus Scandinavien und Finnland, wo jenes Gestein zu Tage ansteht, über's Meer herüber gekommen sind, und zwar wahrscheinlich eingefroren in ungeheure Eisberge und mit diesen herüberschwimmend. Nach den Schilderungen, die Reisende von der Größe der in den Polargegenden noch heute schwimmenden Eisberge machen, ist dies durchaus nicht unwahrscheinlich.

b. Feuerbildungen.

(Plutonische — und vulkanische — abnorme Bildungen; Massengebirge.)

§. 148. Es gehören hierher die Gruppen des Granits, Grünsteins, Porphyrs, Basalts und der Vulkane, die unter dem Schiefer liegen oder die geschichteten Gesteine durchbrechend aus der Tiefe emporsteigen.

Da die Massengesteine nicht regelmäßig über einander geschichtet sind, son-

dern gleichsam neben und ineinander gekeilt auftreten, so ist es in der Regel viel schwieriger, dieselben genau von einander zu trennen. Auch fehlen hier gänzlich die Versteinerungen, diese für die geschichteten Gesteine so wichtigen Erkennungsmittel.

Uebrigens finden wir die Massengesteine in mehr gleichartiger Verbreitung über der ganzen Erde, was sich daraus erklären läßt, daß ihre Masse gleichartig aus dem Erdinnern emporgedrungen ist und weniger unter dem Einfluß äußerer und örtlicher Einwirkungen gebildet wurde, als die der geschichteten Bildungen.

A. Gruppe des Granits.

(Urgebirge.)

§. 149. Der Granit wurde lange Zeit für das wahre Ur- oder Grundgebirge gehalten, eine Meinung, die auch außerhalb des Kreises Derjenigen, die sich wissenschaftlich mit der Geognosie beschäftigten, eine ziemliche Verbreitung gewonnen hat. Nach dem seither Entwickelten betrachten wir ihn jedoch als das erste einer Reihe von Massengesteinen, die zu verschiedenen, in Zwischenräumen auf einander folgenden Zeiten die Erdrinde durchsetzt haben.

Auch dieses Gestein tritt in mehrfachen Abänderungen auf, wovon Granit, Granulit und Syenit die geognostisch wichtigeren sind.

Der Granit (§. 87) ist weniger verbreitet als die Schiefergesteine. Er tritt vorzugsweise in Gebirgsform auf, und findet sich selten in Ebenen. Die äußeren Formen des Granits sind mannigfach, doch herrschen kuppige Berge mit einzelnen Felspartien am meisten vor, welch letztere oft von sehr malerischer, ruinenartiger Gestalt vielfach über einander gethürmt sind. Sehr eigenthümlich sind die sogenannten wollsackähnlichen Blöcke, welche an manchen Orten die Oberfläche granitischer Bildung bedecken. Diese abgerundeten, polsterähnlichen Blöcke sind aus groben Bruchstücken des Granits entstanden, deren scharfe Kanten und Ecken allmälig verwittert sind, wodurch ein Kern von rundlicher Gestalt übrig geblieben ist.

Erzgänge im Granit sind nicht eben häufig, doch sind Eisenstein und Zinnerz zu erwähnen, sowie als zufällige Gemengtheile manche Edelsteine und eingesprengte Goldblättchen.

In Deutschland finden wir den Granit in der Oberlausitz, bei Dresden, im nordöstlichen Erzgebirge. Als ein östliches Hauptgranitgebiet Deutschlands sind die Granitpartien der Gebirge zu betrachten, welche das kesselförmige Böhmen einschließen. Mehr vereinzelt erscheint der Granit am Brocken, im Thüringerwald, Spessart, Odenwald und Schwarzwald und nur unbedeutend in den Alpen.

Der Granulit (§. 87) tritt nur untergeordnet, jedoch unter interessanten Verhältnissen am nördlichen Fuße des Erzgebirges auf.

Der Syenit (§. 88) ist bei uns weniger verbreitet als der Granit, während er in Chili und am Sinai über große Gebiete sich erstrecken soll. Wir begegnen dem Syenit am nördlichen Fuße des Erzgebirges, im Plauenschen Grunde, vereinzelt im Thüringerwalde, in größerer Ausdehnung im Odenwalde, bei Darmstadt.

Oefter wird der Syenit von Granit durchsetzt, daher er für älter zu halten ist als dieser.

B. Gruppe des Grünsteins.

(Trappgebilde.)

§. 150 Im Gegensatz zu den Gesteinen der vorhergehenden Gruppe tritt der Grünstein niemals in Massen auf, die von größerer Bedeutung sind und ganze Gebirge oder beträchtliche Theile derselben ausmachen. Er bildet vielmehr kleine unregelmäßige Massen, Stöcke, lagerförmige Körper und vielfach verzweigte Gänge, namentlich im Gebiete des Granits, der Schiefergesteine und der Grauwacke. In der Regel stellen die zur Oberfläche hervortretenden Grünsteine kleine Felskuppen dar, die, zumal in Thonschiefergegenden, schon aus der Ferne erkannt werden. Die innere Absonderung der Grünsteine ist vorzugsweise die knollige und kugelförmige, seltener die in Säulen und Platten.

Von den vielen Abänderungen, welche der Grünstein darbietet, kommen namentlich der Diorit §. 89 und Serpentin §. 41 in stärkerer Verbreitung vor. Eigentliche Erzgänge sind in den Grünsteinen selten, allein öfter enthalten sie Erze, z. B. Eisen-, Kupfer- und Zinnerze als zufällige Gemenge reichlich genug, um bergmännisch bearbeitet zu werden.

In Deutschland erscheint Grünstein in folgenden Gebirgen: Sudeten, Riesengebirge, Lausitz, Erzgebirge, Fichtelgebirge, Thüringerwald, Harz, Hunsrück und im granitischen Odenwald, nordöstlich von Darmstadt. Der Serpentin ist im Erzgebirge und besonders häufig in den Alpen anzutreffen.

C. Gruppe des Porphyrs.

§. 151. Nach Leopold v. Buch sind namentlich die Porphyre nicht allein als häufige Ursache von Gebirgserhebungen zu betrachten, sondern es treten dieselben auch vielfach als bedeutende Gebirgsmassen zu Tage. Sie sind unter ähnlichen Verhältnissen in allen Erdtheilen nachgewiesen, indem sie als stockförmige Massen und weit ausgedehnte Gänge den Granit, die Schiefer und vom Flötzgebirge die Grauwacken- und Kohlengruppe durchsetzen.

In ihrer äußeren Erscheinung zeigen sich die Porphyre ganz besonders geeignet zu Berg- und Felsbildung, und häufig bestehen isolirte Berge im Gebiete anderer Gesteine aus denselben. Ihre Absonderung ist in eckigen Bruchstücken und vielfacher Zerklüftung in Säulen und Platten. In der Nähe ihrer

Berührung mit anderen Gesteinen entstehen häufig Reibungsbreccien (§. 96).

Die Abänderungen des Porphyrs sind mannichfaltig und darunter Pechsteinporphyr, Melaphyr und Mandelstein besonders ausgezeichnet.

Porphyre finden wir in folgenden Gebirgen und Gebirgsgegenden: Sudeten, Riesengebirge, namentlich als ausgedehntes Gebiet in Grauwacke und Thonschiefer, bei Oschatz, Grimma ꝛc.; Harz, Thüringerwald, hier besonders bei Masserberg bis Eisenach die Hauptmasse des Gebirgrückens bildend; Nahethal, Donnersberg, Bergstraße, Schwarzwald.

Der Pechsteinporphyr erscheint nur sehr vereinzelt, und in Deutschland ist er wohl nur auf Sachsen (Meißen, Freiberg) beschränkt.

Die Melaphyre und Mandelsteine sind mehr verbreitet, bilden jedoch nicht sowohl große Gebiete, als vielmehr kleine stockförmige Massen und unregelmäßige Gänge, in Oberschlesien, Böhmen, Sachsen, Thüringerwald, Harz, Odenwald, Hunsrück und Nahethal.

D. Gruppe des Basaltes

§. 152. In dem Basalt begegnen wir einem emporgedrungenen Gestein, von höchst entschiedenem Charakter, das selbst für das Auge des Ungeübteren stets ziemlich leicht erkennbar ist. Viel später als die meisten Flötzbildungen und seither genannten Massengesteine durchsetzt er dieselben scharf bis selbst zur Molasse herauf und nur die aufgeschwemmten und angeschwemmten Bildungen sind erst nach dem Erscheinen des Basaltes entstanden.

Die Basaltgesteine bilden oft von den Gebirgsketten unabhängige Züge, von zerstreut bergigem Lande oder in den flachen Gegenden des Flötzgebirges sehr charakteristische einzelne Kuppen und kegelförmige Berge. Sie sind über die ganze Erde verbreitet, und bilden in Deutschland besonders eine auffallende, von Ost nach West sich erstreckende basaltische Zone.

Die freistehenden Basaltkegel erreichen eine Höhe bis 1000 Fuß und bieten sehr mannichfache und meist sehr zierliche Absonderungen dar, indem der Basalt gewöhnlich der Länge nach stänglich ist und aus ziemlich regelmäßigen fünf- bis sechsseitigen Säulen besteht.

Die wichtigeren Abänderungen des Basaltes sind der Klingstein (§. 93) und der Trachyt (§. 94), welch beide letzteren jedoch nicht häufig verbreitet sind und meistens zugleich mit eigentlichem Basalt vorkommen.

Von Erzgängen sind die Gesteine dieser Gruppe nicht durchdrungen.

Wir können hier unmöglich aller Punkte gedenken, wo der Basalt sich hervorgedrängt oder kegelförmige Berge gleich großen Maulwurfshügeln aufgeworfen hat. Es gehören jedoch:

A. Zur Zone zwischen den Sudeten und der Eifel im nördlichen Deutschland:

Die Basalte Schlesiens, der Lausitz; in Böhmen namentlich der größte Theil des böhmischen Mittelgebirges und viele Berge von da nach dem Fichtelgebirge zu; ferner im Meißnerkreise und Erzgebirge, des Thüringerwaldes, ein großer Theil der Rhön, die meisten Gebirge des Vogelgebirges in Hessen; am Rhein die Kuppen zwischen Taunus und Westerwald, im Siebengebirge und in der Eifel.

B. Im südlichen Deutschland ist die Anzahl der Basalte geringer. Er zeigt sich jedoch in mehrfachen Kuppen vom Main bis zum Odenwald, seltener im Schwarzwald und sehr vereinzelt in Würtemberg und Bayern.

Sehr merkwürdige Erscheinungen treten auf an den Gränzen der Berührung des Basaltes mit anderem Gestein zur Zeit seines Empordringens als feurig flüssige Masse. Häufig ist da jenes andere Gestein deutlich erkennbar durch die Hitze verändert, geschmolzen, verschlackt ꝛc., ähnlich wie bei noch lebenden Vulkanen und bei manchen starken Feuerungen unserer Gewerbe noch heutiges Tages in kleinerem Maßstabe Feuergebilde entstehen.

E. Gruppe der Vulkane.

§. 153. Die Entstehung, die Thätigkeit und die Einwirkung der Vulkane auf ihre Umgebung haben wir bereits im §. 123 ausführlich geschildert. Es ließen sich nach jener Ansicht alle emporgedrungenen Massengesteine als erloschene Vulkane bezeichnen, von zum Theil außerordentlicher Ausdehnung. Allein erst bei der Basaltgruppe, die der Vulkangruppe unmittelbar vorangeht, treffen wir bedeutende Annäherung an den Charakter, welcher heutiges Tages den Vulkanen beigelegt wird.

Ein besonderes Merkmal der Vulkane sind die kegelförmigen Erhebungen, die mitunter ziemlich vereinzelt, mitunter in Gruppen oder Reihen auftreten. Es gehört ferner zu denselben die trichterförmige Kraterbildung an ihrer Spitze. Die Gesteine, weche wir an ihnen selbst und in ihrer Umgebung antreffen, sind Lava, Schlacken und Trachyt, §. 94, in welchen Erzgänge nicht wahrgenommen werden.

Die Vulkane werden eingetheilt in thätige und in erloschene, von welchen Deutschland nur einige der letzteren enthält, nämlich die Vulkangruppe der Eifel, welche besonders ausgezeichnet ist. Außerdem kommen in der Rhön und in Böhmen noch einige vulkanische Feuerbildungen vor.

Schluß.

§. 154. Werfen wir nochmals einen Blick auf den Gesammtinhalt dessen, was unter dem allgemeineren Namen der Mineralogie seither entwickelt wurde, so sehen wir uns, in merkwürdiger Weise vom Kleinen und Einfachen ausgehend, zu den größten und höchst vielfach zusammengesetzten Erscheinungen fortschreiten.

Denn im einfachen Mineral lehrt uns die Oryktognosie die in der Natur gebildete chemische Verbindung kennen, die in ihrer bestimmten Zusammensetzung und Krystallform eigentlich ein Theil der Chemie ist. Allein diese kleinen Krystalle treten nicht nur vereinzelt auf, sondern in großer Anzahl neben einander, als zusammenhängende Massen vereinigt. Ebenso finden wir häufig die Krystalle verschiedener Minerale gemengt und verbunden in größeren Massen erscheinen, wobei denn die bestimmte Krystallform sehr oft durch mancherlei Störung, wie durch theilweise oder ganze Schmelzung, Auflösung, durch Reibung, Einmengung u. s. w. beeinträchtigt erscheint. So führt uns in der Betrachtung der gemengten Gesteine die Geognosie zur Betrachtung der größeren Massen und deren Anordnung und Reihenfolge.

§. 155. Wie mannichfach nützlich die hier behandelten Gegenstände sind, wird wohl Jedem bei der Beschreibung so vieler für den Gebrauch höchst wichtiger mineralischer Körper klar geworden sein.

Theils sind es die Minerale selbst, die wie Schwerspath, Strontianspath, Kalkstein, Kochsalz, Schwefel, Kohle und die vielen Erze wichtig sind, und die der Mineralog in der von der Natur ihnen gegebenen Form kennen lehrt, theils zeigt er auf die Verhältnisse hin, unter welchen man dieselben zu finden erwarten darf.

Es ist ferner dem Mineralogen leichter, über die aus den Verwitterungen hervorgegangenen Bodenarten ein Urtheil zu fällen, und in der That ist die für Ackerbau so wichtige Bodenkunde (Agronomie) als selbständiger Theil einer wissenschaftlichen Bearbeitung unterworfen worden, deren Grundlage die Mineralogie ist.

Noch eine andere wichtige Beziehung hat jedoch die Geognosie zu einem unserer unentbehrlichsten Lebensbedürfnisse, nämlich zum Wasser. Es ist im §. 81 der Physik angedeutet, wie dieses in dem Bestreben, seine Theilchen in die wagrechte Gleichgewichtslage zu versetzen, als Quelle häufig zu Tage dringt, wo es ihm möglich wird, einen Weg sich zu bahnen. Die Erfahrung lehrte jedoch, daß man hierin dem Wasser zu Hülfe kommen, daß man ihm an bestimmten Orten bestimmte Wege anweisen, mit einem Worte daß man künstliche Quellen bohren kann.

Die artesischen Brunnen.
(Nach Cotta.)

Die Möglichkeit der Anlage eines nach der Grafschaft Artois, wo dieselbe zuerst versucht wurde, sogenannten artesischen Brunnens hängt von gewissen Bedingungen des inneren Gebirgsbaues ab, die sich ziemlich genau bezeichnen lassen, weshalb der mit geognostischen Kenntnissen Ausgestattete beurtheilen kann, ob in irgend einer Gegend die Erbohrung eines solchen Quells möglich oder wahrscheinlich ist. §. 156.

Dieses wird nun der Fall sein, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

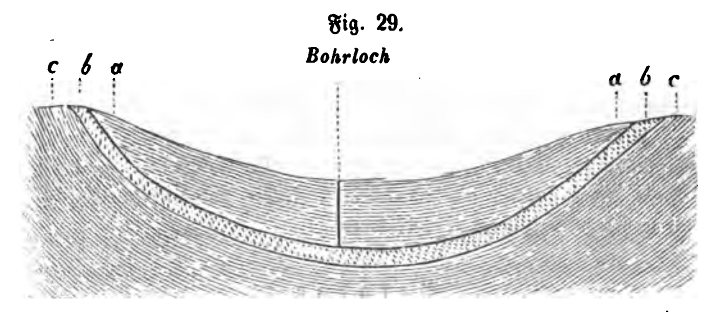
1) Es muß in einem höher als der Bohrpunkt gelegenen Theile der Erdoberfläche Wasser in die Erde eindringen.

2) Dieses Wasser muß unterirdische Verbindungswege bis unter den Bohrpunkt vorfinden.

3) Weder in noch unter dem Bohrpunkt darf jenes Wasser einen natürlichen oder künstlichen Ausweg finden, durch welchen so viel abzufließen vermag, als der Zufluß von oben beträgt.

Diese drei allgemeinen Bedingungen können nun auf verschiedene Weise erfüllt sein. Am gewöhnlichsten werden dieselben im Gebiete der Flötzgebirge durch die besondere Lage und abwechselnde Beschaffenheit der Schichten hervorgerufen. Wenn nämlich irgend eine wasserdurchlaufende, z. B. sandige Schicht *b*, Fig. 29, in etwas geneigter Stellung zwischen zwei wasserdichten (z. B. thoni- §. 157

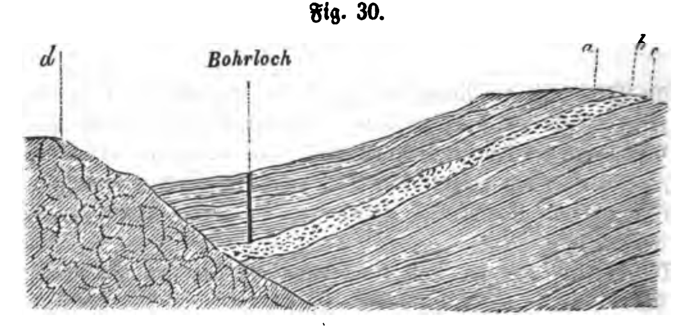
Fig. 29.



gen) Schichten *a* und *c* liegt, so wird das Wasser, welches in die oberen ausgehenden Theile *b b* der ersteren dringt, dieselben bis zu ihrem tiefsten Punkte erfüllen, und wenn es nun hier keinen oder keinen hinreichenden Ausweg findet, sei es nun wegen muldenförmiger Lagerung, wie in Fig. 29, oder wegen Anla-

gerung der unteren Schichtenausgehenden an ein festes Gestein, wie in Fig. 30, wo *a* und *c* undurchdringliche Schichten sind, während *b* das die Wasser durch-

Fig. 30.



lassende und *d* jenes feste Gestein ist, so wird das Wasser in diejenige Spannung gerathen, welche erforderlich ist, um einen artesischen Brunnen zu erzeugen. Man braucht dann nur die obere Schicht zu durchbohren, um sogleich einen freiwillig springenden Quell zu erhalten. Aehnliche oder gleiche Bedingungen können jedoch auch im Massengestein, durch Klüfte, erfüllt vorhanden sein, wiewohl seltener und ohne daß sie sich im Voraus beurtheilen lassen. Während man daher in Flötzgebirgsgegenden oft mit großer Zuverlässigkeit das Gelingen der Anlage von artesischen Brunnen voraus zu bestimmen vermag, wird dasselbe in Gegenden, wo Schiefer und Massengesteine herrschen, nur vom Zufall abhängen und im Allgemeinen unwahrscheinlich sein

Kommen artesische Brunnen aus sehr großer Tiefe, so haben sie eine höhere Temperatur, wie z. B. der 1663 Par. Fuß (= 540 Met.) tiefe Brunnen von Grenelle bei Paris, der 28° C. Wärme hat. Es ist hierdurch die Möglichkeit in Aussicht gestellt, die aus dem ungeheuren Magazine des Erdinnern hervorgehobene Wärme an der Erdoberfläche, namentlich zur Erwärmung zu benutzen. — Enthalten die Flötzschichten, aus welchen der artesische Quell aufsteigt, lösliche mineralische Stoffe, so wird derselbe als Mineralwasser erscheinen. Auf diese Weise sind namentlich im kochsalzreichen Keuper und Zechstein (§. 137 und §. 138) mehrfach Salzsohlen erbohrt werden.

Bergbau.

§. 158. Damit das gleißende Gold und das blinkende Silber, das Eisen, die Kohle, das Salz und vieles Andere, was dem Menschen das Leben angenehm macht oder für ihn unentbehrlich ist, an's Tageslicht gebracht werden, verrichtet unablässig und mit ernster Beharrlichkeit der Bergmann sein mühseliges Geschäft.

Es ist das Volk der Bergleute in Deutschland meistens arm, aber redlich und arbeitsam, still und ernst an der Arbeit, heiter und der Musik ergeben in

den Ruhestunden. Besondere Sitten und Trachten und eine eigene Ausdrucksweise in Allem, was ihr Geschäft betrifft, bilden die Bergleute zu einer eigenthümlichen, vom Landbauer, Seefahrer, Städte- und Waldbewohner besonders unterschiedenen Klasse.

Mit seinem Gezähe, d. h. Werkzeug, meistens aus der Keilhaue, dem Schlägel und Eisen bestehend, und mit dem Grubenlichte versehen, zieht der Bergmann aus und arbeitet entweder die tiefen Gruben senkrecht in den Boden, die man Schachte nennt, oder er führt Gänge oder Stollen in wagrechter Richtung und indem er durch Verbindung beider Bauarten das Gestein durchdringt, verfolgt er nach allen Richtungen die Mineral- und Erzgänge, welche sich durch das taube Gestein dahinziehen. Ueber sich hat er das Hangende, unter sich das Liegende der Gesteinsmassen.

Der Bergmann fährt zu Berg, wenn er in den Schacht an steilen Leitern hinabklettert oder an einem Seile hinuntergelassen wird; er fährt zu Tage, wenn er den umgekehrten Weg macht. Die Bergwerke selbst sind mitunter von erstaunlicher Ausdehnung, denn es giebt Schachte, die an 3000 Fuß tief sind. Unter die Meeresoberfläche ist man dagegen erst bis zu 1300 bis 1600 Fuß tief in die Erde eingedrungen, was etwa $^1/_{14800}$ des Halbmessers der Erde ausmacht (s. Kosmos, S. 166). Die Stollen erreichen ebenfalls zuweilen eine staunenswerthe Länge, wie z. B. der drei Stunden lange Georg-Stollen auf dem Harze und der berühmte 10,500 Fuß lange Christophs-Stollen im Salzburgischen. Die Stollen sind meistens so hoch, daß ein Mann darin noch eben gehen kann, öfter jedoch niedrig und nur in gebückter oder kriechender Lage zugänglich.

§. 159. Bei seinem Berufe hat nächst dem Seefahrer wohl der Bergmann neben vieler Beschwerde die meisten Gefahren zu bestehen. Es giebt Bergwerke, wo von 1000 Arbeitern jährlich im Durchschnitt 7 durch Unglücksfälle das Leben einbüßen und gegen 200 mehr oder weniger beschädigt werden. In anderen sollen sogar von 250 Arbeitern jährlich 12 bis 16 umkommen.

Bald ist es das Wasser, welches von der Seite oder aus der Tiefe andringt, bald das Grubengas (Chemie §. 54), welches sich entzündet und Explosionen veranlaßt, oder erstickende Gase, wie namentlich Kohlensäure (Chemie §. 53), werden ihm gefährlich. Auch stürzen manchmal Bauten durch nachlässige Stützung oder durch Erschütterungen ein, und die Arbeiter werden lebendig begraben, was namentlich in den durch Erdbeben noch öfter heimgesuchten Gegenden Südamerikas der Fall ist.

Dies Alles hat denn, namentlich in früheren Zeiten, bei den Bergleuten eine reichliche Quelle zu Aberglauben, zu vieler Sage und Dichtung gegeben. Da erzählen sie von mancherlei neidischen Berggeistern, Zwergen und Kobolden, die in dem Berginnern wohnen, das Erz und die Schätze bewachend, welche sie den Menschen mißgönnen, und darum den Bergmann vielfach an der Arbeit hindern und ihm Uebeles zufügen. Auch glauben sie wieder, daß wohlthätige Feen und Geister ihnen helfen und beistehen.

Allein der fromme und erfahrene Bergmann weiß wohl das Mährchen von der Wahrheit zu trennen, und indem er durch das Fortschreiten der Wissenschaft geleitet und durch Vorsicht die Gefahren zu vermeiden sucht, vertraut er auf Gott, diesen Schutz und Hort aller Menschen, und betet zu ihm, jedesmal, wenn er zu Berg fährt.

Und weil er die Gefahren kennt, die ihn beständig umgeben, so ruft er seinem Kameraden, der ihm begegnet, einen muntern Gruß zu, daher denn

»Ungestört ertönt der Berge
Uralt Zauberwort: Glück auf!«





Botanik.

»In tausend Blumen steht die Liebesschrift geprägt:
Wie ist die Erde schön, wenn sie den Himmel trägt.«
Rückert.

Hülfsmittel: Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik. gr. 8. Wien, Gerold, 1843. 4 Thlr.

Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik, gr. 8. Leipzig, Engelmann. 2te Auflage. 2 Thle. 1846. 6 Thlr. 12 Ggr.

Schleiden, Physiologie der Pflanzen und Thiere und Theorie der Pflanzencultur für Landwirthe. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn. 1850. 2 Thlr. 12 Ggr.

Schleiden, Die Pflanze und ihr Leben. gr. 8. Leipzig, Engelmann. 1848. 2 Thlr. 6 Ggr.

Liebig, J. von, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 6te umgearb. Aufl. gr. 8. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn. 1846. 2 Thlr. 12 Ggr.

Koch, W. D. F., Taschenbuch der deutschen und schweizer Flora. 8. Leipzig, Gebhardt und Reisland. 1848. 2 Thlr.

Seubert, Die Pflanzenkunde, gemeinfaßlich dargestellt. kl. 8. Stuttgart, J. C. Müller. 1849.

Die **Botanik** ist die Wissenschaft von den ungleichartigen, freiwilliger Bewegung unfähigen Gegenständen der Natur, die wir **Pflanzen** nennen. Dieselben sind dadurch ungleichartig, daß an jeder Pflanze besondere Theile wahrgenommen werden, die sowohl in Gestalt als auch dem Stoffe nach wesentliche Verschiedenheiten zeigen. §. 1.

Die allereinfachste Form, in welcher uns eine Pflanze erscheint, ist die eines kleinen dünnhäutigen Bläschens, welches Flüssigkeit und etwa einige grüne

Körnchen enthält. Die Haut, der flüssige und der feste Inhalt dieser kleinen Pflanze sind sowohl nach ihrer Bildung als auch nach ihrer chemischen Zusammensetzung wesentlich verschieden. Noch auffallender tritt dieses hervor, wenn wir eine größere Pflanze, wie einen unserer Bäume betrachten. Das Abweichende in Form und Inhalt seiner Theile ist so auffallend, daß selbst dem Kinde das Ungleichartige in der Masse einer Pflanze leicht bemerklich zu machen ist.

Vergleichen wir hiermit ein einfaches Mineral (Min. §. 3), z. B. einen Krystall aus Quarz, so finden wir denselben gleichartig in seiner ganzen Masse nur aus Quarztheilchen und ebenso einen Krystall von Kalkspath nur aus Kalktheilchen bestehend. Weder das Auge, noch die chemische Untersuchung lassen hier eine Ungleichartigkeit wahrnehmen, wie sie die Pflanze so deutlich zeigt. Allerdings giebt es auch Minerale, die wie z. B. der Granit dem Auge ungleichartig erscheinen. Allein es ist entschieden und leicht einzusehen, daß diese sogenannten gemengten Gesteine nichts Anderes als Gemenge aus einfachen Mineralen sind.

§. 2. Setzen wir unsere Beobachtungen an irgend einer Pflanze unter den geeigneten Umständen fort, so entgeht uns nicht, daß dieselbe im Verlauf der Zeit wesentliche Veränderungen durchmacht. Zunächst ist schon die Erscheinung von größter Wichtigkeit, daß die in den oben erwähnten einfachsten Pflanzenformen enthaltene Flüssigkeit eine Bewegung zeigt. Wir bemerken ferner, daß die Pflanze an Umfang und Gewicht zunimmt, oder wächst, daß sie die hierzu erforderlichen Stoffe aus ihrer Umgebung aufnimmt und aus denselben verschiedene, durch eine unendliche Mannichfaltigkeit ausgezeichnete Gestaltungen bildet, und daß endlich ein Zeitpunkt eintritt, in welchem in jeder Pflanze dieses Bildungsvermögen aufhört und von welchem an sie nach den gegebenen chemischen Gesetzen zerfällt und verschwindet.

Ganz besonders ist hierbei noch darauf zu achten, daß die Stoffe, welche eine jede Pflanze, indem sie wächst, von außen aufnimmt, hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer Form und Eigenschaften gänzlich verschieden sind von denjenigen Stoffen, die wir in dem Körper der Pflanze antreffen. Niemals finden wir in dem Boden den Stoff, der die grüne Farbe der Blätter ausmacht, oder das Stärkemehl, welches so häufig bald in Körnern, bald in Knollen vorkommt, in der Umgebung der Pflanzen. Dieselbe hat also die Fähigkeit, die von ihr aufgenommenen Substanzen umzubilden, und zwar sowohl hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung als auch der Form nach.

Die an einem Mineral sich zeigenden Erscheinungen bieten hiervon einen wesentlichen Unterschied dar. Allerdings besitzt auch dieses das Vermögen, sich neue Theile anzueignen, seine Masse zu vermehren, zu wachsen. Allein dieses kann nur dann geschehen, wenn die Umgebung des Minerals dieselbe chemische Verbindung darbietet, aus der das Mineral besteht. Ein Kalkspathkrystall kann nur in einer Flüssigkeit sich vergrößern, die kohlensauren Kalk enthält. Der Krystall ist jedoch unfähig, aus diesem ihm gegebenen Stoffe, weder eine andere Gestalt, noch eine andere chemische Zusammensetzung zu bilden, als

die ihm bereits eigenthümliche, er wächst, ohne seine Form und seine Substanz zu verändern.

§. 3 Wir nennen jene Fähigkeit der Pflanze, durch Umbildung ihr unähnlicher Stoffe ihre Masse zu vergrößern, das Leben der Pflanze, und diejenigen ihrer Theile, von welchen jene Umbildung ausgeht, die Organe derselben. Bei vielen Pflanzen nehmen alle Theile in gleicher Weise an jener Umbildung Theil, sie sind höchst gleichartig und einfach organisirt. Bei anderen finden solche Umbildungen in verschieden gestalteten Theilen Statt, welche dann als verschiedene Organe bezeichnet werden.

Das Mineral hat keine Organe, es ist unorganisirt.

§. 4. So unverkennbar nun auch die im §. 2 angeführte lebendige Bewegung im Innern der Pflanze ist, so erscheint letztere doch regungslos nach außen. In der That, nach dem Hervortreten der von der Pflanze neugebildeten Theile sehen wir dieselben für sich ganz bewegungslos ihre Stelle einnehmen. Wenn nicht der Luftzug Zweige und Halme bewegte, so würden sie uns wie leblos entgegenstarren. Das Rauschen in den Kronen der Wälder ist die Stimme des Windes, nicht die der Bäume. Die Pflanze ist unvermögend, ihre Stellung in Beziehung auf ihre Umgebung zu ändern, sie erscheint da, wo der Zufall ihren Keim ausstreute, sie geht zu Grunde, wo die Bedingungen ihres Bestehens aufhören, welche aufzusuchen sie nicht das Vermögen besitzt.

Wir sehen zwar, daß viele Blumen ihre Kelche zu gewissen Zeiten öffnen und schließen, daß die empfindliche Mimose ihre zarten Blättchen zusammenfaltet und die Zweige hängt, sobald sie unsanft berührt wird, und daß die Staubfäden mehrerer Pflanzen sehr auffallende Bewegungen machen. Allein stets werden diese durch äußere Einflüsse hervorgerufen. Bald ist es die Sonne oder die Feuchtigkeit, oder eine Berührung, was jene Bewegungen veranlaßt, die ohne diese Einwirkungen nicht stattfinden würden.

Die Pflanze ist somit ein organisirter Körper ohne freiwillige äußere Bewegung. Sie unterscheidet sich dadurch wesentlich von dem Thier, mit welchem sie nach ihrer Organisation sonst viel Uebereinstimmendes hat. Auch das Thier in seiner einfachsten Form ist ein kleines häutiges Bläschen mit einem Inhalt. Es wäre auf dieser Stufe von der einfachsten Pflanze in der That nicht zu unterscheiden, wenn es nicht die Fähigkeit hätte, seinen Ort zu verändern. Das Thier hat eine freiwillige äußere Bewegung, es kann, wenn oft auch in sehr beschränktem Kreise, seine Stelle verändern und eine andere aufsuchen, die seinem Gedeihen förderlicher ist.

§. 5. Es genüge für jetzt, die allgemeinsten Bestimmungen angedeutet zu haben, welche die Pflanze als eigenthümlichen Naturkörper unterscheiden. Ein klares Verständniß derselben kann jedoch nur aus der Kenntniß der verschiedenen Formen und Erscheinungen hervorgehen, welche die Pflanzenwelt in so reichem Maaße darbietet. Wir werden diese zu vermitteln versuchen durch die folgenden Abtheilungen:

I. Innerer und äußerer Bau der Pflanzen.

(Anatomie und Organographie.)

---

§. 6. Nicht selten hat man Gelegenheit zu beobachten, daß in dem Wasser, welches längere Zeit in einer Flasche stehen bleibt, grüne Flocken sich zeigen, die dem bloßen Auge aus höchst zarten Fäden gebildet erscheinen. Unter das Mikroskop gebracht, stellen dieselben sich jedoch als aus kleinen, kugeligen Schläuchen bestehend dar, welche perlenschnurartig an einander gereiht sind. Ganz ähnliche Schnüre, die theils aus kugeligen, theils eirunden, schön blau gefärbten Schläuchen bestehen, nimmt man fast schon mit bloßem Auge und höchst deutlich bei schwacher Vergrößerung wahr, wenn man die Haare betrachtet, welche sich an den Staubfäden der virginischen Tradescantia befinden, eines als Zierpflanze mit dreiblättriger violettblauer Blume in den Gärten häufig vorkommenden Gewächses.

Obgleich nun auf den ersten Blick andere Pflanzentheile als ein mehr oder minder dichtes und gleichförmig zusammenhängendes Ganzes erscheinen, so sieht man doch mit Hülfe des Vergrößerungsglases, daß dieses nicht der Fall ist. Es stellt sich vielmehr ein jeder Pflanzentheil als eine Vereinigung von außerordentlich zahlreichen kleinen Gebilden dar, in welche sich selbst die dichtesten und härtesten Pflanzenkörper, z. B. das Holz und die Schalen der Früchte, zertrennen lassen. Dieselben zeigen zwar eine große Verschiedenheit in Gestalt und Umfang, allein die genaue Beobachtung hat gezeigt, daß sie nichts Anderes als Abänderungen eines ähnlichen häutigen Schlauches sind, als der ist, aus welchem die grünen Wasserfäden bestehen und welcher den Namen der **Pflanzenzelle** oder kurz der **Zelle** erhalten hat.

Mit Recht wird daher die Zelle als **Elementar-** oder **Grundorgan** der Pflanze bezeichnet und die Kenntniß der Entstehung, des Baues, der Verrichtung und Umgestaltung, welche sie im Verlaufe ihres Lebens erleidet, macht die Grundlage der wissenschaftlichen Botanik aus.

Als zusammengesetzte Organe bezeichnen wir gewisse eigenthümlich gestaltete Theile, die bei den meisten Pflanzen vorkommen und welche eine besondere Bestimmung haben. Solche sind z. B. die Blätter, die Blüthe u. a. m.

a. Einfache Organe der Pflanzen.

§. 7. Man hat von den verschiedenen Pflanzen eine unendliche Anzahl beliebiger Theile derselben durch das Mikroskop untersucht und gefunden, daß dieselben aus unzähligen kleinen Gebilden bestehen, die in ihrer Gestalt von einander so abweichen, daß man sie durch besondere Namen unterschieden hat. Eine weitere Beobachtung zeigte jedoch, daß sie nichts Anderes als Abänderungen der oben erwähnten Grundform sind, nämlich der Pflanzenzelle, mit welcher wir uns daher zunächst bekannt machen müssen. Die wichtigsten der aus ihr hervorgehenden Formen sind: die Gefäße in ihren verschiedenen Abänderungen und die Milchgefäße. Außerdem haben wir das durch die Zusammenhäufung der Zellen entstehende Zellgewebe und die Zellenzwischenräume zu betrachten.

Die Zellen.

§. 8. Wenn wir von der Entstehung der Zelle absehen, die ohnehin nicht hinreichend aufgeklärt ist, so stellt sie im entwickelten Zustande einen kleinen Schlauch vor, dessen Form im einfachsten Falle eine kugelige ist und dessen Durchmesser $^1/_{300}$ bis $^1/_{50}$ Linie beträgt. Gebildet wird der Schlauch von einem außerordentlich dünnen farblosen Häutchen, an welchem sonst kein weiterer Bau oder keinerlei Gewebe, namentlich aber keine Oeffnung wahrgenommen wird. Bei der lebendigen Zelle ist die innere Wand mit einer zähen, meist gelblich gefärbten Flüssigkeit bekleidet, welche nicht selten eine eigenthümliche Bewegung zeigt, die Circulation des Zellsaftes genannt wird. Zwischen der Zellwand und der erwähnten Flüssigkeit lagert sich nun mit der Zeit eine neue häutige Schicht ab und verdickt dadurch die Zelle, ja es folgen die dritte und vierte neue Schicht, so daß man deren bis zu 30 gezählt hat und kaum noch eine Höhlung im Innern der Zelle übrigbleibt. Das Eigenthümlichste ist dabei, daß diese neuen Zellhäute sich nicht überall gleichmäßig auf die vorhandene anlegen. Dadurch erscheint dem Auge die Zellwand an gewissen Stellen heller, an anderen dunkler und je nach der Art, in welcher die Ablagerung stattfindet, erscheint die Zelle gedüpfelt, oder mit Spalten, mit Ringen, Spiralwindungen oder Netzwerk versehen. Die gedüpfelten Zellen wurden poröse Zellen genannt, so lange man die helleren Stellen für Oeffnungen in der Zellwand hielt.

§. 9 Während das Vorhergehende sich gleichsam auf den inneren Ausbau der Zelle bezieht, haben wir in Folgendem ihre Gestaltung nach außen zu verfolgen. In den meisten lockeren Pflanzengebilden, wie im Mark der Früchte, des Hollunders und den im §. 6 angeführten Beispielen behalten die Zellen die durch

Fig. 1 dargestellte rundliche Form bei. Viel häufiger jedoch nehmen die Zellen durch gegenseitigen Druck die Gestalt eines Vielecks, Fig. 2, an, dessen Durch-

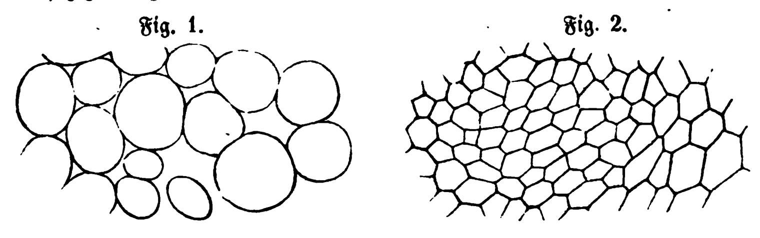


Fig. 1. Fig. 2.

schnitt meist als ein Sechseck erscheint. Das Zellgewebe überhaupt läßt sich vergleichen mit den Schaumzellen, die entstehen, wenn man durch einen Strohhalm in Seifenwasser bläst, oder versinnlichen, indem man weiche Thonkugeln erst locker zusammenlegt und nachher mehr oder weniger stark zusammendrückt. Jede Kugel erhält in diesem Falle eine vieleckige, der Zellenform entsprechende Gestalt, die wie Fig. 3 in den Pflanzen oft mit größter Regelmäßigkeit sich findet.

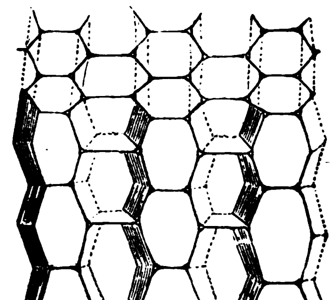


Fig. 3.

Man nennt solche Zellen, die nach allen Richtungen ziemlich gleich ausgedehnt sind, *Markzellen* (Parenchym) und es bestehen aus dergleichen vorzugsweise die knolligen Theile der Pflanzen, z. B. die Kartoffeln, die Früchte, sowie überhaupt die weicheren oder schwammigen Theile in Mark, Rinde und Blättern u. s. w.

Sehr häufig findet man jedoch in die Länge gestreckte, oben und unten zugespitzte Zellen, Fig. 4, die sehr in einander gedrängt stehen und daher auf dem Querschnitt als Sechseck erscheinen.

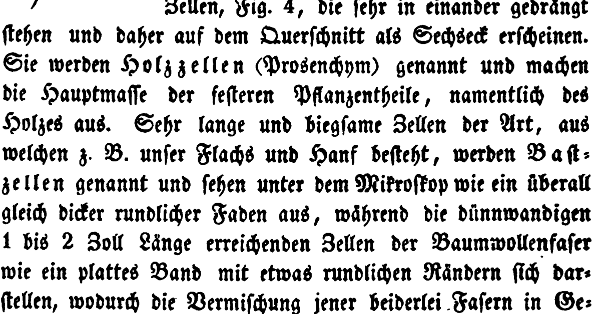


Fig. 4.

Sie werden *Holzzellen* (Prosenchym) genannt und machen die Hauptmasse der festeren Pflanzentheile, namentlich des Holzes aus. Sehr lange und biegsame Zellen der Art, aus welchen z. B. unser Flachs und Hanf besteht, werden *Bastzellen* genannt und sehen unter dem Mikroskop wie ein überall gleich dicker rundlicher Faden aus, während die dünnwandigen 1 bis 2 Zoll Länge erreichenden Zellen der Baumwollenfaser wie ein plattes Band mit etwas rundlichen Rändern sich darstellen, wodurch die Vermischung jener beiderlei Fasern in Geweben sich leicht erkennen läßt.

Mitunter nehmen jedoch die Zellen, indem sie nur an einzelnen Stellen sich vergrößern, eine ganz abweichende, z. B. sternförmige Gestalt an, und man bezeichnet dieselben als *unregelmäßige* Zellen.

Inhalt der Zellen.

§. 10

Sehr häufig finden wir als Inhalt der Zelle einen farblosen, durchsichtigen Saft, den sogenannten Zellsaft. Derselbe besteht seiner Hauptmasse nach aus Wasser, in welchem jedoch mehr oder weniger die löslichen Pflanzenstoffe, wie z. B. Zucker, Gummi, Eiweiß, Schleim, Säuren, Salze u. s. w. aufgelöst sind, die wir in der Chemie (§. 118 bis 155) als Produkte des Pflanzenreichs kennen gelernt haben.

Allein noch öfter begegnen wir in den Zellen auch festen Körperchen, z. B. kleinen regelmäßigen Krystallen, die sich aus der Flüssigkeit ausgeschieden haben, oder rundlichen Körnchen, in welcher Form die Stärke und das Blattgrün (Chlorophyll S. 321) am häufigsten vorkommen (s. Fig. 5). Die Stärkekörnchen werden besonders dadurch deutlich erkennbar, wenn man sie durch etwas Jodlösung violett gefärbt hat. Auch sieht man runde Tröpfchen fetten oder flüchtigen Oeles in dem Zellsaft vieler Pflanzentheile und öfter erscheint der Saft gefärbt durch einen darin gelösten Farbstoff. Auch ist Luft häufig der Inhalt der Zellen, namentlich, wenn dieselben älter sind und an dem Leben der Pflanzen wenig mehr sich betheiligen.

Fig. 5.

In ganz jungen Zellen trifft man inmitten einer trüben, zähen Flüssigkeit, fast immer einen sogenannten Zellkern (Cytoblast) an, welcher zu der Entstehung der Zelle in nächster Beziehung steht und später meist verschwindet.

Verrichtung der Zellen.

§. 11

So wie eine jede Pflanze, gleichgültig welches ihre Größe sei, nichts Anderes als die Summe vieler einzelnen Zellen ist, so ist auch ihr Gesammtleben nur die Summe der Thätigkeit aller Zellen, aus welchen sie besteht. Ganz besonders ist es die Aufgabe der Zellen, das für die Pflanze erforderliche Wasser, sammt den darin aufgelösten Nahrungsstoffen, aus der Umgebung aufzunehmen und in dem ganzen Pflanzenkörper zu verbreiten. Die Saftverbreitung innerhalb einer Pflanze findet keineswegs durch röhrenartige Kanäle Statt, sondern dadurch, daß der Saft von einer Zelle in die ihr benachbarten nach allen Richtungen übertritt.

Da die Zellen keine Oeffnungen haben, so kann man sich nicht leicht erklären, auf welche Weise die Flüssigkeit von außen in die Pflanze und innerhalb dieser von Zelle zu Zelle gelangt. Es beruht dieses jedoch auf der besonderen Eigenthümlichkeit, sowohl der pflanzlichen als thierischen Haut und Faser, daß sie von manchen Flüssigkeiten durchdrungen werden, ohne sich in denselben aufzulösen. Die Beobachtung zeigt, daß dies mit einer bestimmten Gesetzmäßigkeit geschieht. Wenn nämlich zwei Flüssigkeiten von verschiedener Dichte, z. B.

reines Wasser und eine Zuckerlösung, durch eine Scheidewand aus Schweinsblase von einander getrennt sind, so sehen wir alsbald das Bestreben thätig werden, auf beiden Seiten ein Gleichgewicht in der Dichte der Flüssigkeiten herzustellen. Ein Theil des Wassers durchdringt die Haut und begiebt sich zur Zuckerlösung, und ein Theil der letzteren macht den umgekehrten Weg. Als wichtige Thatsache ist hierbei zu merken, daß stets von der weniger dichten Flüssigkeit eine größere Menge auf die Seite der dichteren tritt, als umgekehrt. In obigem Beispiel begiebt sich mehr Wasser durch die Haut zur Zuckerlösung, als von dieser zum Wasser übertritt. Man bezeichnet diese eigenthümliche Art der Durchdringung pflanzlicher und thierischer Häute ohne Oeffnungen mit dem Namen der Endosmose.

Der flüssige Zelleninhalt ist stets dichter, als das mit einer Pflanze von außen in Berührung kommende Wasser. Ein Theil des letzteren tritt daher in die zunächst liegenden Zellen und von da immer weiter. Bald würde jedoch auf diese Weise ein Zustand des Gleichgewichtes zwischen der in und außer der Pflanze befindlichen Flüssigkeit eintreten und die weitere Aufsaugung ein Ende nehmen, wenn nicht die durch die Blätter bewirkte Verdunstung von Wasser den Zelleninhalt wieder verdichtete.

§. 12. Die Zellen haben jedoch nicht nur das Geschäft, auf diese Weise den Saft durch die ganze Pflanze zu verbreiten, sondern auch die weitere Aufgabe, den Zelleninhalt wesentlich zu verändern, so daß wir sowohl in verschiedenen Pflanzen, als auch in verschiedenen Theilen derselben Pflanzen und selbst in denselben Theilen zu verschiedenen Zeiten Stoffe von wesentlich anderer Beschaffenheit antreffen. Von der Zelle geht zugleich die Bildung neuer Zellen, folglich alles Wachsthum der Pflanze aus. Dasselbe geschieht auf zweierlei Weise: entweder durch Theilung älterer Zellen, oder dadurch, daß in der Höhlung einer Zelle mehrere junge Zellen entstehen. Niemals bilden sich neue Zellen zwischen den bereits vorhandenen.

§. 13. Die Verbreitung des Saftes durch die Zellen geschieht mit ziemlicher Schnelligkeit. Man beurtheilt diese aus der Zeit, welche im Frühjahr der Saft braucht, um zu den Einschnitten zu gelangen, die in verschiedenen Höhen an Baumstämmen gemacht werden, oder aus der Zeit, die eine welke Pflanze beim Begießen oder Einstellung in Wasser zur Aufrichtung nöthig hat.

Die Kraft, mit welcher die Zellen Flüssigkeiten aufzunehmen und zu verbreiten im Stande sind, läßt sich nach folgendem Versuche beurtheilen. Im Frühjahr wird das frisch angeschnittene Ende eines Rebenzweiges in eine senkrecht gestellte Glasröhre gesteckt und mittelst Blase oder Kautschuk dicht mit derselben verbunden. Das aus der Schnittfläche des Rebschosses tretende Wasser steigt nun in der Glasröhre zu der beträchtlichen Höhe von 30 bis 40 Fuß, woraus hervorgeht, daß die weitere Aufsaugung durch die Zellen noch unter einem Drucke vor sich geht, der größer ist als der Druck der Atmosphäre (Physik §. 96).

Die Gefäße.

§. 14. Diesen wenig passenden Namen hat man einer Form der Zellen gegeben, die niemals in den allerjüngsten, noch in der Bildung begriffenen Pflanzentheilen vorkommt, sondern die sich erst später durch Umänderung vorhandener Zellen ausbildet, und zwar vorzüglich in derjenigen Richtung, nach welcher eine lebhafte Saftströmung stattfindet. Denken wir uns eine Reihe senkrecht übereinander gestellter Zellen, deren Wände da, wo sie sich berühren, verschwinden, so entsteht eine cylindrische Röhre, welche ein Gefäß genannt wird.

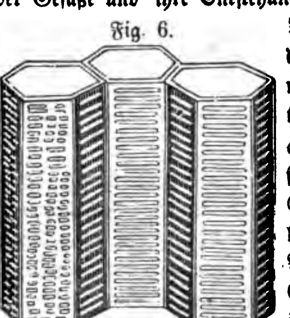
Je nachdem nun die also zu einer Röhre vereinigten Zellen porös, mit Spalten, Ringen oder Spiralen versehen worden, entstehen daraus die verschiedenen Formen der Gefäße, nämlich die porösen, oder gedüpfelten und die leiterförmigen, Fig. 6, die Ringgefäße, Fig. 7*a*, und die Spiralgefäße Fig. 7*b*.

Fig. 7.

a *b*

Wir haben in §. 8 gesehen, daß die Spirale der Zellen dadurch entsteht, daß auf der ursprünglichen höchst dünnen Zellhaut eine Ablagerung in Form eines spiralförmigen Streifens geschieht, der meistens in der Folge sich noch verdickt und daher viel stärker als die Zellhaut wird. Daher kam es, daß man anfänglich die Spiralgefäße nur aus einer spiralförmig gewundenen Faser bestehend ansah, die sich wie die metallene Umspinnung einer Violinsaite aufziehen läßt. Erst später entdeckte man die zarte Wand der Gefäße und ihre Entstehungsgeschichte aus den Zellen.

Fig. 6.



Besonders leicht lassen sich die Gefäße erkennen, wenn man den Stiel eines Blattes langsam zerbricht, wo alsdann Bündel von Gefäßen als feine Fäden, gleich Spinnengeweben, an den gebrochenen Enden mit bloßem Auge sich erkennen lassen. Genauer läßt sich ihr Bau jedoch erst bei sehr starker Vergrößerung erkennen. Auf dem Querschnitt erscheinen die Gefäße entweder rund, oder sechseckig (Fig. 6).

§. 15. Ueber den Antheil, welchen die Gefäße am Leben der Pflanzen nehmen, herrscht einige Unsicherheit der Ansichten. Da dieselben jedoch in der Regel Luft enthalten und nur ausnahmsweise, z. B bei der im Frühjahre stattfindenden großen Saftfülle, Flüssigkeit in den Gefäßen angetroffen wird, so hat man allen Grund anzunehmen, daß das Zellgewebe des Holzes der eigentlich saftführende Theil ist. Für eine geringere Bedeutung der Gefäße spricht auch der Um-

stand, daß eine große Reihe von Pflanzen gar keine Gefäße enthält, sondern nur aus Zellen besteht, und die daher **Zellenpflanzen** genannt werden. Es gehören hierher die Schimmelbildungen, Wasserfäden, Pilze, Flechten, Moose und Algen, welche als die unvollkommensten Pflanzen angesehen werden. Die übrigen Pflanzen, welche neben den Zellen auch Gefäße enthalten, heißen **Gefäßpflanzen**. An das Hinzutreten der Gefäße scheint demnach die vollkommnere Entwickelung in der Form geknüpft zu sein.

Die Gefäße erscheinen nur in ihrer ersten Entstehung einzeln, indem alsbald durch Hinzutreten neuer Gefäße die sogenannten **Gefäßbündel** entstehen. Eine Verwachsung der Gefäße unter einander, oder eine Verzweigung eines derselben findet niemals Statt. Niemals trifft man einen Pflanzentheil, der ausschließlich von Gefäßen gebildet ist, vielmehr sind die Bündel derselben stets von Zellen umgeben.

Die Milchsaftgefäße.

§. 16. Zerreißen wir ein Blatt des Salates, des Mohns und mancher anderer Pflanzen, so fließt aus vielen Stellen ein dicker, weißer Saft, welcher **Milchsaft** genannt wird und der unter anderen Bestandtheilen stets **Kautschuk** (Chem. §. 319) enthält und daher klebrig ist. Bei dem Schöllkraut hat der Milchsaft eine gelbe Farbe und wie ausnahmsweise erscheint er bei einigen Pflanzen mit röthlicher oder blauer Farbe.

Der Milchsaft ist in röhrenförmigen Kanälen enthalten, die unter einander verzweigt sind und die ganze Pflanze durchziehen. Ihre Entwickelungsgeschichte zeigt, daß im jüngsten Zellgewebe der milchsaftführenden Pflanzen noch vor der Entstehung der Spiralgefäße Gänge entstehen, die anfangs einen farblosen, dann körnigen und endlich milchigen Saft enthalten. Diese Gänge, anfänglich nur von den Wandungen der sie umgebenden Zellen gebildet, kleiden sich allmälig mit einer eigenen, anfangs höchst dünnen, mit der Zeit jedoch stärker werdenden Haut aus.

Die irrige Angabe, daß der Milchsaft ähnlich der Blutbewegung in den Adern einen Kreislauf mache, ist durch die Beobachtung vollständig widerlegt. Die eigentliche Bestimmung dieser Organe und ihres Inhalts für die Pflanze ist nicht ermittelt, allein ihre Bedeutung erscheint als untergeordnet, da sie in den meisten Pflanzen nicht vorkommen.

Das Zellgewebe.

§. 17. Aus der Zusammenstellung der Zellen entsteht das Zellgewebe, welches je nach der Art der darin herrschenden Zellenformen ein sehr verschiedenes Ansehen und eine ensprechende Bezeichnung erhält.

Ein Theil, der nur aus Zellen der einfachsten Form gebildet ist, wird **Parenchym** (Füllgewebe s. §. 9) genannt. Unvollkommen heißt dasselbe, wenn die Zellen locker bei einander liegen, so daß sie nur wenig sich gegenseitig be-

rühren, während beim vollkommnen Gewebe die Zellenwände möglichst vollständig an einander schließen. Bezeichnungen, wie langgestrecktes, regelmäßiges und tafelförmiges Gewebe, beziehen sich in leicht verständlicher Weise auf die Form der Zellen. Das Prosenchym (Holzzellgewebe) besteht aus dickwandigen, langgestreckten Holzzellen (Fig. 4).

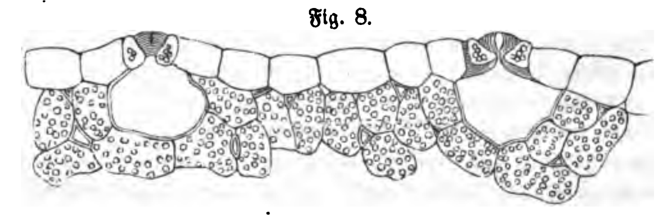
Ein eigenthümliches, zartwandiges und sehr klares Gewebe bilden die sogenannten Cambialzellen. Es wird Cambium oder Bildungsgewebe genannt, weil in demselben der Wachsthumproceß der Pflanze durch die daselbst stattfindende Bildung neuer Zellen vor sich geht. Im ersten Beginn der Entwickelung ist die ganze Pflanze Bildungsgewebe, welches später jedoch nur an bestimmten Stellen derselben auftritt.

Die Gefäßbündel sind eine Zusammenstellung von Gefäßen verschiedener Form mit den oben genannten Holzzellen sowie mit dem Bildungsgewebe und unterscheiden sich deutlich von dem sie umgebenden Parenchym. Auch die Gefäßbündel zeigen verschiedene Eigenthümlichkeiten, theils in ihrer Anordnung, theils in ihrer Weiterentwickelung, so daß hiernach einige große Pflanzengruppen sich unterscheiden lassen. Bei einer derselben, welcher die Farnkräuter angehören, entsteht das ganze Gefäßbündel ziemlich gleichzeitig, bei einer anderen Gruppe, der u. a die Palmen und Gräser angehören, vergrößert sich das Gefäßbündel noch eine gewisse Zeit lang, während endlich bei der dritten Gruppe, die alle unsere Bäume enthält, die Gefäßbündel sich vergrößern, so lange das Leben der Pflanze dauert. Man nennt die erste Art simultane, die zweite Art geschlossene und die dritte die ungeschlossenen Gefäßbündel.

Bei der Betrachtung des inneren Baues des Stammes werden wir Gelegenheit haben, auf die Anordnung der letzt erwähnten Art von Gefäßbündeln näher einzugehen.

Als ein Gewebe eigener Art ist die Oberhaut (Epidermis) zu betrachten, welche alle jüngeren Pflanzentheile und diejenigen, welche grün bleiben, nach außen abschließt. Sie ist aus sehr flachen tafelförmigen Zellen gebildet, die überall eng an einander schließen, mit Ausnahme einzelner Stellen, an welchen bei den meisten Pflanzen die sogenannten Spaltöffnungen sich befinden. §. 18

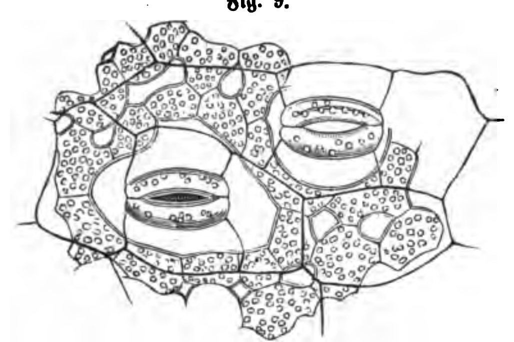
Fig. 8.



In Fig. 8 sehen wir am Durchschnitt eines Blattes die großen durchsichtigen und inhaltleeren Zellen der Oberhaut und darunter die mit grünen Körnchen erfüllten Parenchymzellen des Blattes. An zwei Stellen befinden sich Spaltöffnungen, an deren Mündung zwei halbmondförmige Parenchymzellen liegen.

Wie man sieht, befindet sich unter jeder Spaltöffnung ein hohler Raum, der mit den Zellenzwischengängen in Verbindung steht. Solcher Spaltöffnungen, welche in Fig. 9 von oben gesehen dargestellt sind, trifft man vorzugsweise auf der unteren Seite der Blätter eine so große Anzahl, daß man auf einer Quadratlinie hundert, ja tausend derselben gezählt hat. Durch diese kleinen Organe steht das scheinbare abgeschlossene Innere der Pflanze in vielfacher Weise mit der äußeren Luft in Berührung.

Fig. 9.



§. 19. Häufig erleiden einzelne Zellen der Oberhaut eine auffallende abweichende Bildung, indem sie, sehr in die Länge gezogen, als Haare erscheinen, die öfter noch verästelt sind und bei manchen Pflanzen einen brennenden Saft enthalten. Auch die Borsten, die Stacheln, die Drüsen, die Warzen und namentlich die Substanz, welche den bekannten Kork bildet, entstehen aus Umbildungen der Oberhautzellen.

Die Zellenzwischenräume.

§. 20. Die rundlichen und eckigen Zellen liegen niemals so dicht neben einander, daß nicht Räume zwischen denselben bleiben sollten, welche bald ziemlich groß, bei dichten Geweben jedoch fast unsichtbar klein sind. Diese Zellenzwischengänge, welche meistens dreikantig sind, stehen unter einander in Verbindung und sind entweder mit Luft oder mit wässeriger Flüssigkeit erfüllt.

Außerdem findet man in den Stengeln vieler Pflanzen, vorzugsweise der im Wasser heimischen, zwischen dem Zellgewebe zahlreiche, mitunter sehr weite und regelmäßige Kanäle, welche Luft enthalten. Solche Luftgänge verlaufen nach der Länge des Stammes und sind auf dem Querschnitt des spanischen Rohres und des Stengels der Seerose mit bloßem Auge erkennbar.

Durch Absterben und Zerreißen des Zellgewebes entstehen nicht selten im Innern des Stammes Lücken, welche mitunter seinen ganzen mittleren Theil einnehmen, so daß derselbe, wie bei den Gräsern, hohl erscheint.

In solche Lücken ergießt sich dann öfter der Inhalt geborstener Zellen, in Folge dessen man im Innern vieler Pflanzen sogenannte Saftbehälter von unbestimmter Form antrifft, die mit Oel, Harz, Gummi oder einem anderen Pflanzenstoffe angefüllt sind.

b. Zusammengesetzte Organe.

§. 21. Von der Betrachtung der kleinsten und einfachsten Pflanzentheile gehen wir nun zu größeren und allgemeiner bekannten Gebilden derselben über. Die zusammengesetzten Organe werden je nach ihren Verrichtungen und Zwecken unterschieden in: Ernährungsorgane; Vermehrungsorgane und Fortpflanzungsorgane. Wir werden bei der Beschreibung derselben Rücksicht nehmen auf die äußere Form, auf ihren inneren Bau und auf ihre Verrichtungen.

Ernährungsorgane.

§. 22. Als eigentliches Ernährungsorgan der vollkommneren Pflanze ist die Wurzel anzusehen, denn sie führt die Hauptmasse der zum Wachsthum der Pflanze erforderlichen Nahrung derselben von außen zu. Außerdem sind jedoch noch der Stamm und die Blätter mehr oder minder bei der Ernährung betheiligt, weshalb wir ihre Betrachtung diesem Abschnitte einreihen. Der Stamm ist wenigstens in dem Falle, wo er saftig und grün bleibt, ebenfalls geeignet, Stoffe von außen aufzunehmen, und in jedem Falle ist er der Vermittler zwischen der Thätigkeit der Wurzel und der Blätter. Die letzteren tragen zur Ernährung nur zum geringen Theil durch unmittelbare Aufnahme der Stoffe von außen, sondern wesentlich dadurch zur Ernährung der Pflanze bei, daß durch die von ihnen ausgehende Verdunstung der Saftstrom von unten nach oben in Bewegung gesetzt wird.

Die Wurzel.

§. 23. Wenn wir von den niedersten Pflanzenbildungen absehen, die nur als eine regellose Aneinanderreihung von Zellen erscheinen und so ein flockiges oder krustenartiges Lager bilden, so läßt sich durch alle übrigen Pflanzen eine Linie gelegt denken, welche wir die Pflanzenaxe nennen wollen, und deren ursprüngliche Richtung immer senkrecht zur Oberfläche der Erde ist.

Jede Pflanzenaxe wächst, indem sie sich an ihren beiden Enden verlängert. Man nennt nun denjenigen Theil der Pflanzenaxe, der sich in der Richtung nach dem Mittelpunkte der Erde verlängert, die Wurzel der Pflanze. Die Wurzel wächst demnach immer in einer dem Lichte abgewendeten Richtung und befindet sich in der Regel im Boden. Der in entgegengesetzter Richtung, also dem Lichte und der Luft zuwachsende Theil der Pflanze heißt Stamm. Die Gränze zwischen Wurzel und Stamm wird Wurzelhals, oder wenn sie durch besondere Bildung, z. B. durch Anschwellen ausgezeichnet ist, Wurzelkopf genannt.

Pflanzentheile, die im Umfange der Axe aus dieser heraustreten, werden Nebenaxen und Seitenorgane genannt; es sind dieses die Aeste und Blätter.

§. 24. Hinsichtlich ihrer äußeren Erscheinung ist die Wurzel entweder eine einfache oder eine zusammengesetzte, d. h. aus mehreren einfachen Wurzeln bestehende.

Die einfache Wurzel ist entweder ganz oder getheilt. Im letzteren Falle hat sie mehr oder weniger zahlreiche und starke Aeste. Der nach der Tiefe dringende Hauptwurzelstamm heißt die Pfahlwurzel, die nach den Seiten auslaufenden Aeste werden Thauwurzeln genannt; beide sind in Fig. 11 dargestellt.

Die gewöhnlichsten Formen der einfachen Wurzel sind: die fadenförmige Wurzel; Fig. 10 die walzenförmige Wurzel; Fig. 11 die spin-

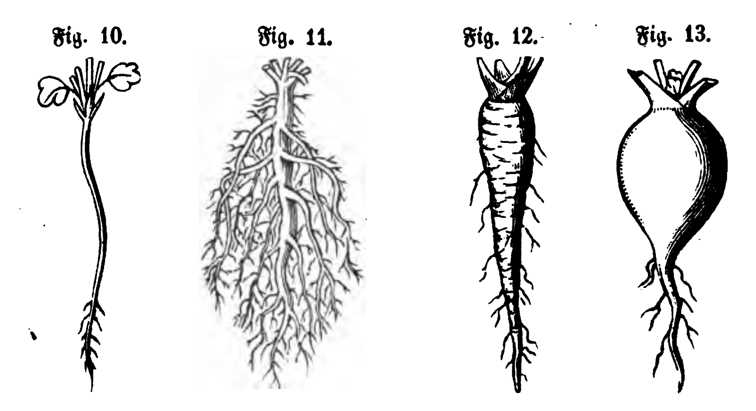

Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.


Fig. 14

delförmige Wurzel; Fig. 12 die rübenförmige Wurzel; Fig. 13 die knotenförmige, die knollige und die handförmige Wurzel.

Die zusammengesetzte Wurzel ist haarförmig, Fig. 14; oder faserig oder büschelförmig.

Bei weitem die Mehrzahl der Pflanzen versenkt ihre Wurzeln in den Erdboden, während nicht wenige eine schwimmende, d. h. im Wasser befindliche Wurzel haben. Manche Pflanzen, namentlich Bäume der heißen Zone, entwickeln an einem oberirdischen Theile des Stammes sogenannte Luftwurzeln, die sich nach dem Boden hin verlängern, diesen endlich erreichen und darin wurzeln. Ebenso entstehen an manchen Pflanzen, z. B. am Epheu die sogenannten Haftwurzeln.

Der innere Bau der Wurzel stimmt im Wesentlichen mit dem des Stammes überein und bedarf hier keiner besonderen Beschreibung.

Verrichtungen der Wurzel.

§. 25. Zunächst hat die Wurzel die Aufgabe, die Pflanze in dem Boden oder an sonst geeignetem Standort zu befestigen. Sodann aber ist sie zur Aufnahme des bedeutendsten Theiles der Pflanzennahrung bestimmt, denn zu gewissen Zeiten ist sie es ausschließlich, welche die Ernährung der Pflanze besorgt. Die Wurzel saugt aus ihrer Umgebung Wasser und die in demselben aufgelös'ten Stoffe auf. Unlösliche Substanzen können auf keine Weise in die Pflanze gelangen. Die Wurzeln entwickeln sich vorzugsweise nach der Richtung, aus welcher ihnen Nahrung zukommt, und so sehen wir dieselben häufig ihre Nahrung gleichsam aufsuchen, ihr entgegenwachsen. Mitunter durchdringen sie dabei die dichteste Erdmasse und finden ihren Weg durch die Risse und Spalten der Gesteine.

Der Stamm.

§. 26 Wir haben schon im §. 23. den Stamm als denjenigen Theil der Pflanzenaxe bezeichnet, der nach dem Lichte und der Luft hin sich verlängert. In vielen Fällen entspricht jedoch die äußere Form desselben keineswegs der Vorstellung einer als Axe der Länge nach gedachten Linie. Er ist nämlich oft so verkürzt, daß er kaum oder gar nicht aus dem Boden sich erhebt und daher als unterirdischer oder wurzelähnlicher Stamm bezeichnet wird.

Man unterscheidet demnach zwei Hauptformen des Stammes; nämlich den niedrigen, verdickten und wurzelähnlichen, der Stock genannt wird, und den langgestreckten, walzenförmigen eigentlichen Stamm. Jeder derselben hat wieder besondere Formen, die von einander abweichen.

Formen des Stocks sind:

1. Die Zwiebel, die ein sehr verkürzter, scheibenförmiger oder kegelförmiger Stamm ist, auf welchem dicke Blattscheiden sitzen, die in ihren Achseln Knospen tragen.

2. Der Knollen ist ein der Zwiebel sehr ähnlicher unterirdischer Stamm, an welchem sich jedoch keine Blatthüllen, sondern nur Knospen befinden.

3. Wurzelstock (Rhizom) ist nichts Anderes als ein verzweigter Knollen oder unterirdischer Stamm, der von der Wurzel nur durch an ihm auftretende Knospen sich unterscheidet.

Formen des eigentlichen Stammes sind:

1. Der Moosstengel, den wir an Moosen antreffen; er ist fadenförmig, beblättert, einfach oder verzweigt und erreicht niemals beträchtliche Stärke.

2. Der Halm, wie wir ihn z. B. an allen Gräsern sehen, ist ein dünner, meist hohler und in Glieder getheilter Stamm.

3. Der Palmstamm, der den Palmen und größeren Farnkräutern eigen ist, erscheint meist als einfacher, gleichmäßig dicker Stamm, dessen äußerer Umfang mit den Narben abgefallener Blätter bedeckt ist.

4. Der Stengel charakterisirt sich durch sein grünes, krautartiges An-

sehen und seine geringe Lebensdauer, da er meist im ersten Jahre abstirbt. Er ist einer sehr großen Anzahl von Pflanzen eigen, und erleidet in seiner äußeren Form mannichfache Abänderungen, so daß man bei der Beschreibung auf seinen Querschnitt und auf die Art und Weise, wie die Seitenaxen (Aeste, Zweige) sich verhalten, besonders Rücksicht nimmt.

5. Der Holzstamm endlich ist als die vollkommenste aller Stammformen anzusehen und zeichnet sich durch seine feste holzige Beschaffenheit und Ausdauer besonders aus. Wir begegnen demselben an allen unseren bekannteren Bäumen und Sträuchern, weshalb er vorzugsweise Aufmerksamkeit verdient

§. 27. Bei der Beschreibung aller seither genannten Stammformen berücksichtigt man noch einige Eigenthümlichkeiten, in welchen dieselben bei verschiedenen Pflanzen von einander abweichen. Solche ergeben sich namentlich in Betrachtung der Verhältnisse seiner Substanz, seiner Richtung, seiner Lage und Dauer.

Von der Substanz des Stammes ist natürlich die Festigkeit, Stärke, sowie sein äußeres und inneres Ansehen abhängig, deren Verschiedenheit durch die folgenden Ausdrücke hinreichend genau und verständlich bezeichnet wird.

Der Stamm ist demnach entweder fest und dicht, oder locker, markig, hohl, röhrig, holzig, faserig, krautartig, fleischig, saftig, biegsam, zerbrechlich, starr, zähe, schwank, schlaff.

Hinsichtlich seiner Richtung unterscheiden wir den Stamm als aufrecht, oder aufsteigend, gerade, hin- und hergebogen, übergebogen, überhängend, hängend, hingestreckt, niederliegend, kriechend, wurzelrankend.

Nach seiner Lage ist der Stamm ein oberirdischer oder unterirdischer, oder schwimmend, fluthend, klimmend, kletternd, rechts oder links gewunden.

Die Dauer des Stammes, die in der Regel die der ganzen Pflanze mitbegreift, wird darnach beurtheilt, ob er die einmalige Hervorbringung von Blüthe und Frucht überlebt, oder nicht, und nach der Zeit, die zur Erzeugung jener Organe erforderlich ist.

Hiernach unterscheidet man die Pflanzen a) in einjährige oder Sommerpflanzen, neben deren Namen man das Zeichen ⊙ oder (1) setzt. b) Zweijährige Pflanzen; Zeichen ♂, oder ⊙ (2). c) Mehrjährige oder ausdauernde Pflanzen, Zeichen ♃ oder (o-c).

Innerer Bau des Stammes.

§. 28. Der innere Bau des Stammes ist gänzlich unabhängig von der äußeren Form desselben. Die Verschiedenheiten, welchen wir bei Betrachtung desselben begegnen, sind wesentlich abhängig von dem gegenseitigen Verhältnisse des Zellgewebes und der Gefäßbündel, welche die Masse des Stammes ausmachen, und namentlich von der Art und Weise, wie die Gefäßbündel zu einander gestellt oder geordnet sind.

Wie wir später näher entwickeln werden, stellen sich alle Pflanzen in drei großen Gruppen dar, die sich auffallend von einander auszeichnen, namentlich durch die Verschiedenheit ihres Keimens, ihrer Blüthe und des inneren Baues ihres Stammes Diese Gruppen sind die folgenden:

1. Gruppe: Akotylen, Pflanzen, die keine deutlichen Blüthen und Samen haben, die sich durch sogenannte Keimzellen oder Sporen fortpflanzen und in deren Stamm alle Gefäßbündel simultane und in der Mitte oder in einzelnen größeren Partien zusammengestellt sind.

2. Gruppe: Monokotylen, Pflanzen mit Blüthen und Samen, die beim Keimen nur ein sogenanntes Keimblatt (oder Samenlappen, Cotyledo) entwickeln, deren geschlossene Gefäßbündel scheinbar ohne Ordnung im Zellgewebe des Stammes vertheilt sind und deren Blattnerven parallel verlaufen.

3. Gruppe: Dikotylen, Pflanzen mit Blüthe und Samen, die beim Keimen zwei oder mehr Keimblätter entfalten, deren Gefäßbündel ungeschlossen und regelmäßig in Kreise gestellt sind und deren Blattnerven sich netzartig verzweigen. (Vergl. §. 17.)

Stamm der Akotylen.

§. 29. Es gehören hierher unter anderen die Schachtelhalme, die Lykopodien, die Moose, bei welchen das Gefäßbündel die Mitte des Stammes einnimmt, (Fig. 15); die Farren, deren Gefäße theils in größeren Gruppen, theils

Fig 15.

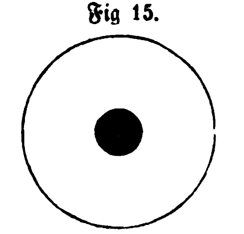


Fig. 16.

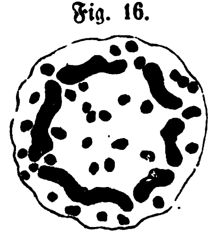
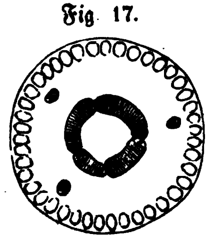


Fig 17.



einzeln stehen, Fig. 16., und auf dem Querschnitt derselben artige Zeichnungen bilden, die z. B. bei dem bekannten Adlerfarren einigermaßen einem doppelten Adler gleichen. Ebenso zeigt Fig. 17. wieder die eigenthümliche Stellung der Gefäßbündel einer anderen Familie, so daß jede Familie aus der Gruppe der Akotylen an der Stellung ihrer Gefäßbündel sicher zu erkennen ist.

Zu bemerken ist ferner, daß bei den Akotylen die Gefäßbündel nur an der Spitze neue Theile ansetzen oder fortwachsen.

Stamm der Monokotylen.

§. 30. Aus dieser Gruppe, zu der unter anderen unsere sämmtlichen Gräser und Zwiebelgewächse gehören, läßt namentlich der Stamm der Palme das Eigen-

thümliche des Wachsthums leicht erkennen. Betrachten wir den Querschnitt

Fig. 18.

eines solchen, Fig. 18, so sehen wir eine große Anzahl einzelner Gefäßbündel anscheinend ohne besondere Ordnung im Zellgewebe des Markes vertheilt. Das Fortwachsen des Palmstammes geschieht nicht durch stete Verlängerung der vorhandenen Gefäßbündel, sondern dadurch, daß im Umfange des Stammes neue Gefäßbündel auftreten, die bis zur Spitze desselben sich erstrecken, daher ein solcher Stamm sowohl an der Spitze als auch am Umfange wächst.

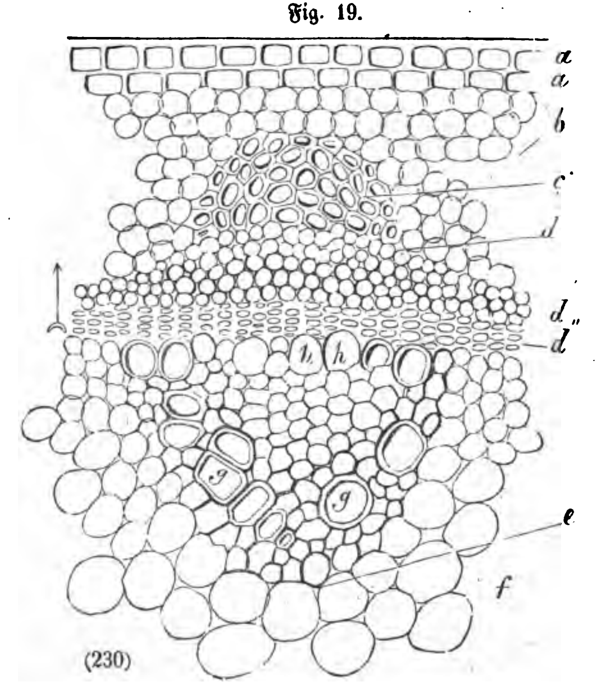
Stamm der Dikotylen.

§. 31. Wir kommen hiermit zur Betrachtung derjenigen Stammesbildung, die unseren gewöhnlichen Bäumen eigen ist und daher besondere Aufmerksamkeit verdient.

Bei diesen stehen die Gefäßbündel in Kreisen um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt, der aus Markzellen besteht und Mark genannt wird. Das Wachsthum findet sowohl an der Spitze der Gefäßbündel Statt, als auch dadurch, daß neue Kreise von Gefäßbündeln im Umfange sich einschieben.

Bevor wir jedoch die Stellung der Gefäßbündel im Dikotylenstamm weiter verfolgen, ist es nothwendig, daß wir ein solches genau untersuchen. Fig. 19 zeigt uns den Querschnitt eines Gefäßbündels aus einer Dikotylenpflanze in 230facher Vergrößerung, wobei der Pfeil die Richtung von Innen nach Außen angiebt. Wir sehen hier das eigentliche Gefäßbündel umgeben von sehr großzelligem Gewebe

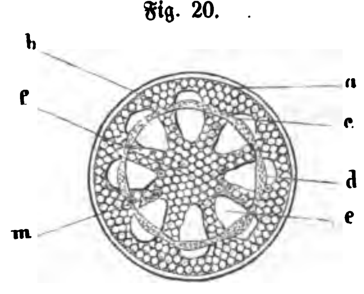
Fig. 19.



(*a a'*, *b*, *e*, *f*). Die fast quadratischen Zellen *a a'* bilden die Oberhaut, worauf das lockere Zellgewebe *b* der Rinde folgt. Letzteres umgiebt ein halbmondförmiges Bündel von Bastzellen *c*, das durch eine Lage von Bildungsgewebe *d d' d''* von dem nach Innen folgenden, aus Gefäßen und langgestreckten Zellen bestehenden Theil des Gefäßbündels getrennt ist. Die Gefäße dieses letzteren sind auf dem Querschnitt theils an den dickeren Wänden (*g g*), theils durch ihre größere Weite (*h h*) kenntlich. Zu bemerken ist noch, daß das Bildungsgewebe (Cambium §. 17) *d d''* zu beiden Seiten des Gefäßbündels heraustritt und sich bis zu den nächsten Gefäßbündeln fortsetzt und so einen ununterbrochenen Kreis im ganzen Umfang des Stammes darstellt.

Betrachten wir nun den Querschnitt eines einjährigen Dikotylenstammes, der durch Fig. 20 in etwa sechsfacher Vergrößerung dargestellt wird, so finden wir mehrere, wohl von einander unterscheidbare Theile, entsprechend der so eben beschriebenen Anordnung der Gefäßbündel.

Fig. 20.



Von der Oberhaut *a* eingeschlossen, ist ein großzelliges Gewebe *b*, *f* und *m*, in welchem eine Anzahl von Gefäßbündeln einen Kreis bilden. An jedem derselben unterscheiden wir den äußeren, aus Bastzellen bestehenden Theil *c*, der von dem inneren Theile, dem Holzkörper *e* durch das Bildungsgewebe *d* getrennt ist. Das Letztere bildet einen durch alle Gefäßbündel sich ziehenden geschlossenen Kreis (Vergl. Fig. 19).

Im Verlauf der Weiterentwickelung des Stammes bilden die Theile *a b c* dessen Rinde, die Gefäßbündel *e* sein Holz und das Zellgewebe *f* das Mark desselben. Die zwischen den Gefäßbündeln sich hinziehenden Partien des Gewebes heißen Markstrahlen, *m*. Das Bildungsgewebe *d* ist insofern als der wichtigste Theil anzusehen, als hier in der Folge die neuen Gefäßbündel entstehen, welche alljährlich den Umfang des Stammes vergrößern.

§. 32 Das Wachsthum des Dikotylenstammes geschieht nun in der Weise, daß im zweiten Jahre im Umfange des Stammes ein neuer Kreis von Gefäßbündeln auftritt Jedes neue Gefäßbündel entsteht, wie bereits erwähnt wurde, in dem Bildungsgewebe und schiebt sich folglich ein zwischen die Holzkörper *e* und die mit der Rinde verbundene Bastschicht *c*.

Im dritten Jahre schiebt sich abermals ein neuer Gefäßbündelkreis zwischen Bastschicht und Holzkörper des zweiten Kreises und so fort, so daß der Stamm mit jedem Jahre einen Zuwachs von einem neuen Gefäßbündelkreis erhält, welcher dann auf dem Querschnitt deutlich unterscheidbare concentrische Ringe bildet, die Jahrringe genannt werden, da zur Bildung eines solchen jedesmal

ein Jahr erforderlich ist So zeigt uns Fig. 21 den Querschnitt eines dreijährigen und Fig. 22 den eines fünfjährigen Stammes.

Fig. 21.

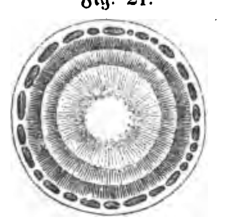
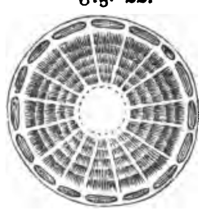


Fig. 22.



Da der Basttheil ungleich kleiner ist als der Holztheil des Gefäßbündels, und das Zellgewebe der Rinde nur unbedeutend sich vermehrt, so nimmt die Rinde nicht in demselben Maaße an Stärke zu, wie das Holz, und es lassen sich an ihr die Jahrringe weniger deutlich unterscheiden. Die Jahrringe sind demnach ein sicheres Merkmal für das Alter eines Baumes.

Das Mark und die Markstrahlen erhalten jedoch keinen oder nur höchst geringen Zuwachs, und so kommt es denn, daß mit der Zeit das Mark fast ganz verschwindet.

Die Markstrahlen lassen sich jedoch auch in den vieljährigen Stämmen immer noch erkennen, indem in der Richtung, wo sie zwischen den Gefäßbündeln hinziehen, das Holz der Länge nach vorzugsweise leicht sich spalten läßt und alsdann reine glänzende Spaltungsflächen, die sogenannten Spiegel zeigt.

§. 33. Durchschneiden wir einen gesunden älteren Holzstamm der Quere nach, so zeigt es sich, daß die äußeren oder jüngeren Holzringe eine geringere Härte besitzen als die älteren, die den inneren Theil des Stammes bilden. Auch unterscheidet sich das jüngere Holz, das Splint genannt wird, in der Regel durch eine hellere Farbe von dem älteren, welches von den Holzarbeitern als reifes Holz oder Kernholz wohl unterschieden wird. Dieselben vermeiden die Verwendung des Splintes, da dieses junge Holz in hohem Grade die Verbreitung des Holzschwammes und der Vermoderung begünstigt und überdies den Angriffen des Holzwurms vorzugsweise ausgesetzt ist.

Der Farbenunterschied tritt namentlich bei der Buche hervor, wo der weißliche Splint auffallend gegen das braunröthliche Kernholz absticht; beim Ebenholz findet man das schwarze Holz von einer scharf abgegränzten, weißen Splintlage umgeben.

Das Verholzen geschieht dadurch, daß die Holzzellen, welche den größten Theil der Gefäßbündel ausmachen, durch die innere Ablagerung neuer Schichten ihre Wände allmälig verdicken. Eine Folge hiervon ist, daß sie mit zunehmendem Alter stets ungeeigneter für die Saftleitung werden und endlich ganz austrocknen.

Auch die Rinde erleidet im Verlauf der Zeiten nicht unwesentliche Veränderungen. Die Oberhaut zerreißt und verschwindet bald gänzlich, wenn der Stengel durch Wachsthum an Umfang zunimmt. Die nun folgende Zellschicht erhält nur selten einen der Verdickung des Baumes entsprechenden Zuwachs, in welchem Falle der Baum bis in's höchste Alter eine ganze und glatte Rinde behält, wie die Buche und der Orangebaum. Bei der Korkeiche und dem jungen

Maßholder (Acer campestre) findet eine besonders starke Vermehrung der äußeren Zellenschicht der Rinde durch schwammiges Zellgewebe Statt, welches den bekannten **Kork** bildet. Der gewöhnliche Fall ist jedoch der, daß der innere Theil der Rindenzellenschicht noch einigen Zuwachs erhält und dadurch die sogenannte Borke bildet. Da jedoch der Holzstamm bei weitem stärker zunimmt als die Borke, so wird diese entweder zerrissen, wie bei der Eiche, Ulme u. a. m., oder in plattenförmigen Stücken abgestoßen, wie bei dem Apfelbaum und der Platane.

Der jetzt folgende Theil der Rinde, der **Bast**, gehört eigentlich zu den Gefäßbündeln des Stammes. Wie jedoch Seite 449 gezeigt wurde, ist er von diesen durch das zarte und saftreiche Bildungsgewebe getrennt, so daß er sich mit der Rinde zugleich ablös't und daher dieser zugerechnet wird. Besonders leicht geschieht diese Ablösung zur Zeit der großen Saftfülle im Frühjahr, und unsere Knaben, die alsdann ihre Weidenflöten schneiden, und die Lohrindenschäler wissen diesen Umstand wohl zu benutzen Wegen seiner zähen, faserigen Beschaffenheit wird der Bast zu Flechtwerk, Seilen ꝛc. und vom Papier-Maulbeerbaum zur Anfertigung des chinesischen Papieres verwendet.

Gehen wir daher im älteren Holzstamme von außen nach innen, so begegnen wir der Reihe nach folgenden Theilen desselben: der Rinde, bestehend aus Korkschicht, Borke und Bast, sodann dem Bildungsgewebe oder Cambium, dem jüngeren Holz oder Splint, dem älteren oder Kernholz und endlich dem Mark.

Verrichtung des Stammes.

§. 34. Der Stamm ist der Vermittler der von den äußersten Theilen der Pflanze, nämlich von der Wurzel und den Blättern ausgehenden Lebensthätigkeit. Durch ihn steigt die von den feinsten Verzweigungen der Wurzel aufgesaugte Flüssigkeit empor nach den Knospen, aus welchen Blätter, Blüthen und Früchte oder junge Triebe sich entwickeln.

Dieses Geschäft der Saftleitung kommt jedoch nicht allen Theilen des älteren Stammes zu. Denn daß die Korkschicht und die Borke damit nichts zu thun haben, fällt nach dem im §. 33 Gesagten leicht in die Augen. Allein daß auch das ältere Holz und das Mark unwesentlich für die Saftleitung sind, beweis't der Umstand, daß wir uralte Eichen, Ulmen und Weiden sehen, welchen der ganze innere Holzkörper sammt Mark fehlen und welche dennoch fortfahren, in jedem Frühjahre sich reichlich zu belauben und neues Holz zu bilden.

Wir haben daher als saftleitende Theile des Stammes die jüngsten, also innersten Bastschichten, sodann das Bildungsgewebe und endlich das jüngste Holz oder den Splint anzusehen. Hieraus erklärt sich auch der Nachtheil, wenn zufällig oder absichtlich größere Theile der Rinde eines Baumes abgeschält werden, da alsdann diese saftführenden Schichten unmittelbar dem Einfluß von Sonne und Luft ausgesetzt, leicht austrocknen und unfähig zur Saftleitung werden.

Die verderbliche Thätigkeit mehrerer Insectenlarven, namentlich der Borkenkäfer (Bostrichus typographicus und Hilesinus piniperda) beruht eben darauf, daß sie

in jenen zarten saftreichen Schichten ihren Sitz haben, dieselbe oft ringsum vollständig zerstören, so daß sie mitunter ganze Nadelhölzer zu Grunde richten.

Andererseits pflegt man den frisch gehauenen Weidenpfählen ringsum etwa fingerbreit die Rinde abzuschälen, bevor man sie in den Boden setzt, weil sie sonst sich bewurzeln und beblättern würden.

Wenn jedoch nicht allzugroße Stellen von der Rinde entblößt werden, so stellt sich dieselbe durch eine von den Markstrahlen ausgehende Zellenbildung wieder her, besonders dann, wenn durch Bedeckung der verwundeten Stelle, z. B. durch Bestreichung derselben mit Lehm, Kuhmist oder durch Umwickeln der Einfluß von Sonne und Luft abgehalten wird.

Die Blätter.

§. 35. Aus dem Umfange des Stammes treten Seitenorgane hervor, die im Gegensatz zu dessen Walzenform zu einer Fläche ausgedehnt erscheinen und **Blätter** genannt werden. Dieselben bedürfen zur Entwickelung nothwendig des Lichtes und der Luft und werden deshalb niemals an den unterirdischen Theilen der Pflanze vollkommen ausgebildet angetroffen.

Je nach der Stellung des Blattes am Stamm oder Stengel erscheint es in eigenthümlicher Weise und mit besonderem Namen. Mit den untersten beginnend, unterscheidet man in dieser Hinsicht:

1. Das **Keimblatt** (Cotyledo), auch Samenlappen genannt, fällt nach der Entwickelung der übrigen Blätter ab. 2. Die **Wurzelblätter** sind die in der Nähe der Wurzel befindlichen Blätter, die von den höher stehenden meist durch besondere Form sich unterscheiden. 3. Die **Stengelblätter**. 4. Die **Nebenblätter** stehen am Grunde der Stengelblätter. 5. Die **Deckblätter**, welche an den höheren Stellen einer Haupt- oder Nebenaxe der Pflanze auftreten, tragen in ihren Achseln stets eine Blüthe und unterscheiden sich durch eine besondere Form von den Stengelblättern.

Die an den Enden der Axen sich entwickelnden Blätter weichen von der gewöhnlichen Blattform in Zweck und Erscheinung so bedeutend ab, daß sie unter dem Namen der Blüthe als besonderes Organ beschrieben werden. Nicht alle oben genannten Abänderungen des Blattes kommen an jeder Pflanze vor, und von wesentlicher Bedeutung erscheint vor allen nur das Stengelblatt, das wir daher immer meinen, wenn einfach nur von dem **Blatt** die Rede ist.

§ 36. Das Blatt erscheint an seinem **Grunde** (Basis), d. i. an der Stelle, wo es am Stamme festsitzt, als eine halbrunde Hülle, die den Stamm theilweise oder ganz umgiebt und daher **Blattscheide** genannt wird, wie dies z. B. die Blätter der Gräser deutlich erkennen lassen.

Gewöhnlich ist jedoch das Blatt an seinem Grunde als **Blattstiel** zusammengezogen, worauf es sich in eine Fläche, als eigentliches Blatt ausbreitet. Die Blattscheide gestaltet sich häufig zu den am Grunde sitzenden Nebenblättern, und der Blattstiel ist nicht selten so verkürzt, daß er fehlend erscheint

und in diesem Falle das Blatt ein stielloses oder sitzendes genannt wird. Den Winkel, welchen das Blatt mit dem Stamme bildet, nennt man seine Achsel.

§. 37. Auch dem flüchtigsten Beobachter kann die große Mannichfaltigkeit der verschiedenen Blattformen nicht entgehen, und es ist in der That nicht leicht, sie alle zu überblicken. Aber gerade durch ihre eigenthümliche Bildung gehören die Blätter mit zu den wichtigsten äußeren Merkmalen, nicht nur der einzelnen Pflanze, sondern ganzer Geschlechter und Familien. Der angehende Botaniker hat daher sehr auf die Blattformen zu achten und an lebendigen Beispielen sich einzuprägen, was hier nur im allgemeineren Umriß angedeutet werden kann.

Bei der Beschreibung des Blattes haben wir Rücksicht zu nehmen auf die Art der Vertheilung seiner Gefäßbündel, auf die Form, auf die Beschaffenheit seines Randes, der Spitze und des Grundes, d. h. der Stelle, wo es am Blattstiel oder Stamm aufsitzt, und endlich etwa noch auf seine Stärke, Bedeckung und einige mehr ausnahmsweise auftretende Eigenschaften desselben.

Das vom Stamm in das Blatt ausbiegende Gefäßbündel wird Blattnerv genannt und unterscheidet sich deutlich durch hellere Farbe und dichtere Masse vom übrigen Blatt.

Die Art seiner Vertheilung im Blatt ist zweierlei: im ersten Falle theilt er sich gleich beim Eintritt in dasselbe in mehrere das Blatt ziemlich parallel der Länge nach durchlaufende und an dessen Spitze sich wieder vereinigende Nerven. Solche Blätter heißen krummnervige (parallelnervige) und finden sich nur bei den Monokotylen (vergl. § 28.), z. B. bei den Gräsern, Lilien u. a. m.

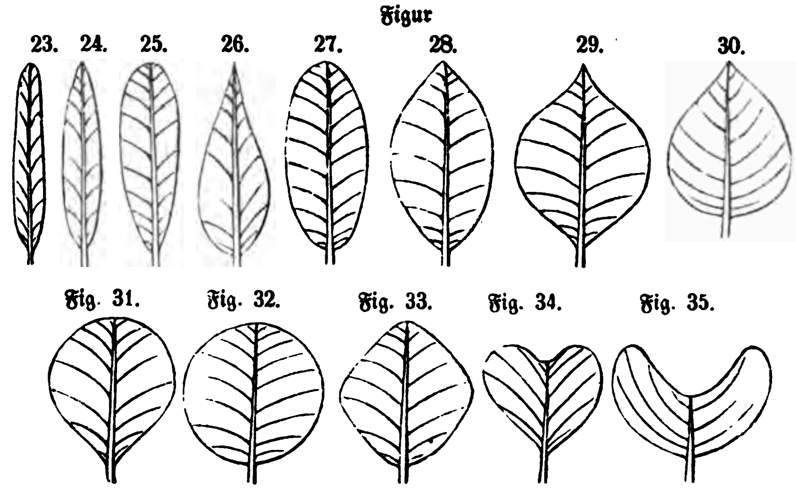
Bei der zweiten Art der Nerventheilung geht ein Haupt- oder Mittelnerv durch das ganze Blatt und sendet nach beiden Seiten die Seitennerven aus. Diese sind entweder einander parallel (gefiederte Nerven), oder sie verbreiten sich netzförmig und werden alsdann Adern genannt. Diese Art der Vertheilung des Blattnervs ist nur den Dikotylen eigen und ein leicht aufzufassendes Kennzeichen derselben.

Bei den seither erwähnten Blättern liegen der Blattstiel und dessen Fortsetzung, der Haupt- und Seitennerv, in einer Ebene. Das schildnervige Blatt unterscheidet sich hiervon, indem die Blattnerven einen Winkel mit dem Blattstiel bilden. Deutlich wird dies Jedem sein, der sich eines Blattes der bekannten Capucinerkresse (Tropaeolum) erinnert.

Ausdrücke wie: drei-, vier-, fünfnervig, handförmige Nerven sind ohnehin leicht verständlich. Fußförmig ist die Verbreitung, wenn der Mittelnerv sehr kurz ist, dagegen zwei starke Seitennerven vorhanden sind, die leicht sich wieder theilen.

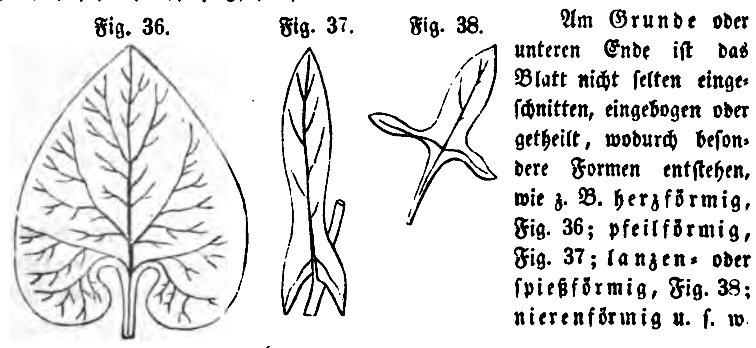
Die Form des Blattes

§. 38. läßt sich immer durch das Längenverhältniß der Hauptnerven zu den Seitennerven ausdrücken. Als Hauptformen bemerken wir: linienförmig, Fig. 23; lanzettförmig, Fig. 24; spatel- oder zungenförmig, Fig. 25; ei-lanzettförmig, Fig. 26; länglich-rund (elliptisch), Fig. 27; eiförmig (oval) Fig. 28; spitz-eiförmig, Fig. 29; zugespitzt-eiförmig, Fig. 30; verkehrt-eiförmig, Fig. 31; rund, kreisrund, Fig. 32; viereckig, Fig. 33; verkehrt-herzförmig, Fig. 34; mondförmig, Fig. 35.



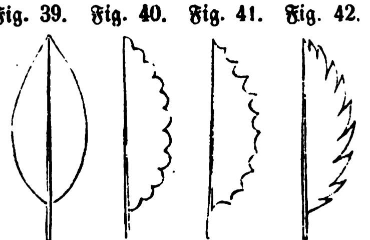
Als seltenere, jedoch leicht verständliche Blattformen sind noch die nadelförmigen, walzenförmigen, schwert- und sichelförmigen, sowie die röhrenförmigen Blätter anzuführen.

§. 39. Die Spitze oder das obere Ende des Blattes erscheint entweder stumpf oder zugerundet, abgestutzt, eingedrückt, ausgerandet, spitzig, zugespitzt, stachelspitzig, stechend.



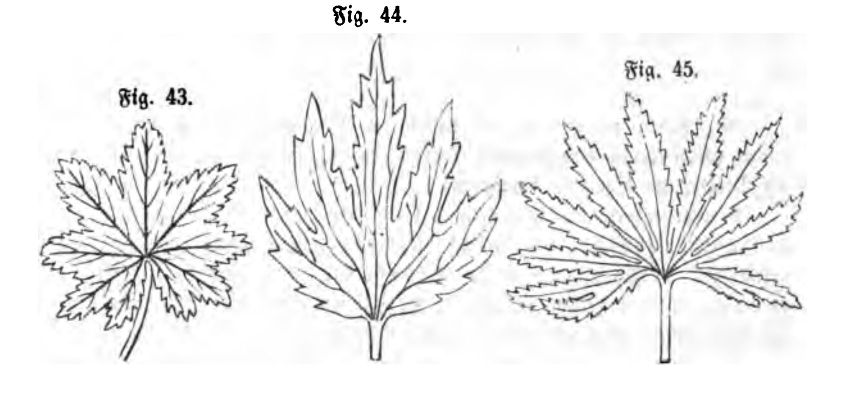
Am Grunde oder unteren Ende ist das Blatt nicht selten eingeschnitten, eingebogen oder getheilt, wodurch besondere Formen entstehen, wie z. B. herzförmig, Fig. 36; pfeilförmig, Fig. 37; lanzen- oder spießförmig, Fig. 38; nierenförmig u. s. w.

§. 40. Der Rand des Blattes ist entweder gleichmäßig und ohne die geringste Einbiegung oder Einschneidung, in welchem Falle dasselbe ganzrandig, Fig. 39, genannt wird, oder der Rand ist gekerbt, Fig. 40; gezahnt, Fig. 41; gesägt, Fig. 42, wobei wieder manche Abänderungen und Nebenformen vorkommen, wie wellenförmig, buchtig, doppelt gesägt u. a. m.

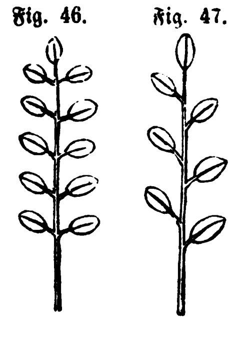

Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41. Fig. 42.

Gehen die Einschnitte am Rande tiefer, so wird das Blatt, je nach der Stärke des Einschnittes und nach der Breite der dadurch entstehenden Theile gelappt, gespalten, getheilt oder zerschnitten genannt.

So ist z. B. Fig. 43 ein handförmig gelapptes, Fig. 44 ein handförmig gespaltenes und Fig. 45 ein fußförmig (s. §. 37) getheiltes Blatt.


Fig. 43. Fig. 44. Fig. 45.

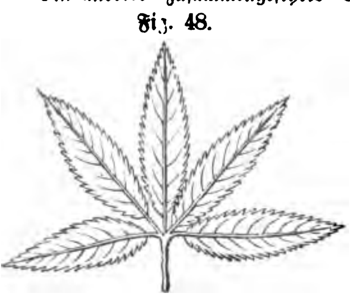
§. 41. Das ganze oder einfache Blatt ist, wie die seither betrachteten Blattformen, auch bei der stärksten Theilung immerhin zu unterscheiden von dem zusammengesetzten Blatt, bei welchem an beiden Seiten eines Hauptblattstieles kleinere Blattstiele mit besonderen Blättern sitzen.


Fig. 46. Fig. 47.

Am häufigsten findet man als zusammengesetzte Form das gefiederte Blatt, welches entweder gegenüberstehend (Fig. 46) oder abwechselnd gefiedert ist, Fig. 47. Doppelt und dreifach gefiedert ist das Blatt, wenn die am Hauptstiel sitzenden Stiele der zweiten und dritten Ordnung abermals Fiederblättchen tragen.

Ein anderes zusammengesetztes Blatt ist das fingerförmige, bei welchem man die Anzahl der Blätter zählt, als drei-, vier, fünffingeriges Blatt, wie Fig. 48.

Fig. 48.



Auch die Beschaffenheit der Oberfläche des Blattes und die Art seiner Bedeckung gehören mit zu den bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten desselben, denn entweder ist es glatt, glänzend, eben oder gestreift, gefaltet, kraus, mehr oder weniger behaart, steif, lederartig, verdickt u. s. w.

Als besondere von der gewöhnlichen Form abweichende Eigenthümlichkeit ist das herablaufende, das verwachsene und durchwachsene Blatt zu bemerken, sodann die verkümmerten Blätter, die als Schuppen bezeichnet werden, die rankentragenden und die dornigen Blätter, nebst manchen anderen Formen, die an lebendigen Beispielen zu erklären sind.

Die Stellung der Blätter.

§. 42. Wir haben bereits in §. 35 einige der Eigenthümlichkeiten und die denselben entsprechende Benennungen kennen gelernt, die hinsichtlich der Stellung der Blätter am Stamme stattfinden.

Manche andere, die Blattstellung betreffende Ausdrücke, wie zerstreute, gedrängte, büschelige, wechselständige, sind schon an sich ziemlich verständlich. Quirl- oder wirtelständig sind die Blätter, wenn drei, vier oder noch mehr derselben in gleicher Höhe am Umfange des Stammes stehen. Ist dies nur bei zwei Blättern der Fall, so heißen sie gegenüberstehend.

Der Blattstellung überhaupt, auch der scheinbar ganz regellos zerstreuten, liegt eine bestimmte Gesetzmäßigkeit zu Grunde, zu deren Aufklärung jedoch noch weitere Untersuchungen dieses Gegenstandes erforderlich sind.

Innerer Bau des Blattes.

§. 43. Aus dem in §. 37 über den Verlauf der Gefäßbündel Angeführten, sowie aus Fig. 8 und 9, wovon erstere der Querschnitt und letztere die obere Ansicht eines Blattes ist, können wir bereits eine ziemlich vollständige Kenntniß vom Bau desselben gewinnen.

Dasselbe besteht demnach aus einem in gewisser Weise vertheilten Gefäßbündel, dessen Zwischenräume mit Markzellgewebe ausgefüllt sind. Die äußerste Schicht des Blattes bildet die durchsichtige Oberhaut (§. 18) mit ihren Spaltöffnungen, während die übrigen Zellen Blattgrünkörner enthalten.

Verrichtung der Blätter.

§. 44. Die Blätter nehmen einen wichtigen Antheil an den Lebenserscheinungen

der Pflanze. Es geht dies schon daraus hervor, daß fast jede Pflanze, zu einer gewissen Zeit ihrer Blätter beraubt, in ihrer Entwickelung wesentlich zurückgesetzt wird oder selbst zu Grunde geht.

Die Verrichtung der Blätter, die hauptsächlich durch die in §. 18 beschriebenen Spaltöffnungen geschieht, ist zweierlei, nämlich: 1. Verdunstung von Wasserdampf; 2. Aufnahme und Ausscheidung von Gasarten.

Die Pflanze verwendet bei weitem nicht die ganze Menge des von ihrer Wurzel eingesaugten Wassers, sondern dunstet ⅔ und mehr desselben durch die Blätter wieder aus. Die Verdunstung geschieht durch die Seite 441 beschriebenen Spaltöffnungen, deren durchschnittlich 300 auf einer Quadratlinie der gewöhnlichen Laubblätter vorhanden sind. Der in den Zellen der Blätter zurückbleibende Saft muß dadurch nothwendig concentrirter werden und nach den Seite 438 entwickelten Gesetzen der Endosmose den Eintritt von verdünnterer Flüssigkeit aus den benachbarten Zellen und hierdurch die ganze Saftbewegung bewirken. Dagegen werden in den Blattzellen die nicht flüchtigen mineralischen Stoffe, die das Wasser dem Boden entzogen hatte, zurückbleiben, und in der That liefern die Blätter beim Verbrennen vorzugsweise viel Asche. Durch die an ihrer Oberfläche reichlich stattfindende Verdunstung tragen die Pflanzen bedeutend zur Erniedrigung der Temperatur bei, und der Einfluß ausgedehnter Wälder und bebauter Felder auf das Klima eines Landes ist in die Augen fallend. Man hat beobachtet, daß ein Baum von geringer Größe in 10 Stunden 15 Pfd. Wasser und daß ein Morgen Wiesenland täglich 6 Millionen Pfd. verdunstet.

§. 45. Unter dem Einfluß des Sonnenlichts scheiden die Blätter Sauerstoff aus, während sie im Gegentheil des Nachts den Sauerstoffgehalt der sie umgebenden Luft vermindern und Kohlensäure an dieselbe abgeben. Auch steht die Thatsache fest, daß die Blätter im Stande sind, geradezu aus der Luft Kohlensäure und Wasserdampf aufzunehmen und so zur Ernährung der Pflanze mit beizutragen, die im Uebrigen jedoch als fast ausschließlich von der Wurzel ausgehend angesehen werden kann.

Zu bemerken ist noch, daß die in diesem Abschnitte beschriebenen Verrichtungen der Blätter auch allen übrigen grünen und mit Spaltöffnungen versehenen Theilen der Pflanze zukommen. Die nicht grün gefärbten Theile der Pflanze, wie namentlich die Blüthe und am stärksten die Staubgefäße, nehmen dagegen aus der Luft Sauerstoff aus und geben Kohlensäure an dieselbe zurück.

Vermehrungs- und Fortpflanzungsorgane.

§. 46. Bei dem ungeheuren Vernichtungswerk, welches der zersetzende Einfluß der Elemente, die Thierwelt und der Mensch mit Feuer, Axt und Zahn fortwährend gegen die Pflanzenwelt ausüben, würde dieselbe längst von der Oberfläche der Erde verschwunden sein, wenn ihr nicht selbst die Fähigkeit verliehen wäre, ihre fortwährende Verjüngung und Wiedergeburt zu bewirken. So aber erzeugt

eine jede Pflanze während ihres Lebens eine meist außerordentlich große Anzahl von Gebilden, welche die Fähigkeit besitzen, unter günstigen Umständen zu neuen Pflanzen derselben Art sich zu entwickeln.

Auf den ersten Blick erscheinen diese Vermehrungs- und Fortpflanzungsorgane der verschiedenen Pflanzen von einander so abweichend, daß man es für unmöglich halten sollte, dieselben unter einen gemeinschaftlichen Gesichtspunkt zusammenzufassen. Erinnern wir uns jedoch an das, was wir in §. 6 über das Leben der Zelle und deren Bedeutung gesagt haben, so wird die Sache einfacher.

Bei vielen Pflanzen erzeugen sich im Laufe ihres Lebens an bestimmten Stellen eigenthümliche Zellen, sogenannte Keimzellen oder Sporen, welche leicht von der Mutterpflanze sich trennen und, in den Boden ihrer Umgebung zerstreut, sogleich ein selbstständiges Leben beginnen und so die Erhaltung ihrer Art sichern. Dieses ist der Fall bei allen unvollkommneren Pflanzen, die wir §. 29 als Akotylen bezeichnet haben. Bei allen übrigen Gewächsen erscheint die Hervorbringung und Weiterentwickelung der neuen Pflanze viel umständlicher und an das Vorhandensein ganz eigenthümlich gebauter und vor den übrigen Pflanzentheilen sehr ausgezeichneter Gebilde, die man Blüthen nennt, gebunden. Wie später näher gezeigt wird, entstehen an gewissen Stellen der Blüthe kleine Samenknospen, gewöhnlicher Eier genannt, welche bestimmt sind, einzelne Körnchen des Blüthenstaubs aufzunehmen und sich nachher zu einem sehr kleinen, aber vollständigen Pflänzchen, Embryo genannt, auszubilden. Nachdem dieses geschehen ist, tritt ein Stillstand ein, das ganze Gebilde fällt von der Mutterpflanze ab und wird nun als Samen bezeichnet. Es ist hinlänglich bekannt, daß dieser Samen unter günstigen Verhältnissen sein Leben beginnt und zu einer Pflanze sich entwickelt, auch wenn er mitunter sehr lange Zeit gleichsam schlummernd ohne Lebensthätigkeit zugebracht hatte.

Endlich besitzen viele Theile von Pflanzen die Fähigkeit, daß sie von dieser getrennt unter günstigen Umständen ihr Leben fortsetzen und zu selbstständigen Individuen heranwachsen, welche Bestimmung den Knospen gegeben ist, die wir an Zweigen, Blättern, Knollen und Zwiebeln entstehen sehen.

Wir werden daher in dem folgenden Abschnitt der Knospe und ihrer Formen, sowie die Blüthe und Frucht unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Die Knospe.

§. 47. Nicht nur an der Spitze der Hauptaxe einer Pflanze, sondern auch an ihrem Umfang und an ihren Nebenaxen finden wir die Anlage zur künftigen weiteren Entwickelung. Dieselbe stellt sich in Gestalt einer sehr verkürzten Axe dar, die von gedrängt stehenden und dicht über einander liegenden, ebenfalls noch sehr verkürzten Blättern umgeben sind, deren äußerste meist das Ansehen brauner Schuppen haben. Eine solche Miniaturaxe wird

Knospe oder Auge genannt (Fig. 49, *a*) und zwar Endknospe, wenn sie an der Spitze der Hauptaxe steht, und Seitenknospe, wenn sie die Spitze eines Zweiges ausmacht (Fig. 49, *b*). Die am Umfange des Stammes oder Zweiges auftretenden Knospen sitzen immer in der Achsel eines Blattes, weshalb die Stellung der Aeste ebenso mit einer gewissen Gesetzmäßigkeit stattfindet; wie dieses in §. 42 hinsichtlich der Blätter angedeutet worden ist

Fig. 49.

a

b

Die Knospe entwickelt sich unter geeigneten Umständen und bildet eine selbstständige Pflanzenaxe, an welcher die in der Anlage gedrängten Blättchen durch das Wachsen in angemessene Entfernungen gestellt erscheinen und an welcher im Verlaufe der Zeit wieder neue Knospen entstehen.

Beim Durchschneiden der Knospen ergiebt deren Untersuchung einige Unterschiede. Entweder läßt sich erkennen, daß die künftige Axe eine Blüthe entwickeln werde, wodurch ihr Wachsthum beendigt ist, und in welchem Falle die Knospe den Namen einer Blüthenknospe oder des Fruchtauges erhält; oder man findet eine Anlage eines beblätterten Zweiges, die Blattknospe oder Holzauge heißt.

Die weitere Entwickelung der Knospe findet entweder sogleich nach ihrem Erscheinen Statt, oder sie verharret, nachdem sie hervorgetreten ist, längere Zeit im Zustande der Ruhe, was z. B. bei unseren Obstbäumen der Fall ist, deren im Frühjahre sich entwickelnde Knospen bereits im vorhergehenden Sommer gebildet worden sind. Diese überwinternden Knospen sind daher durch lederartige Schuppen bedeckt und geschützt, was bei den fortwachsenden nicht der Fall ist, die unbedeckt sind und die Farbe der Blätter haben.

Die Knospe trägt zur Vermehrung der Mutterpflanze auf verschiedene Weise bei. Entweder entwickeln sich aus den Knospen der seitlichen Ausläufer neue Pflänzchen, wovon die Erdbeere ein bekanntes Beispiel ist, oder die Vermehrung geschieht auf künstlichem Wege durch Ableger oder Stecklinge. Das erste Verfahren, besonders bei unserer Gartennelke und der Rebe üblich, besteht darin, daß ein dem Boden nahestehender Zweig theilweise durchschnitten und mit Erde bedeckt wird, bis er sich bewurzelt. Zu Stecklingen eignen sich vorzüglich saftreiche Pflanzen, wie die Cactus, Fettpflanzen und die weichen Hölzer, wie Weide, Pappel u. a. m. In diesem Falle werden kleine Zweige, die jedoch wenigstens ein Auge haben müssen, in den Boden gesteckt. Feuchtigkeit und Wärme begünstigen dann vorzüglich die Bewurzelung. Auf diese Weise werden von den Kunstgärtnern fast alle Zierpflanzen vermehrt. Alle unsere Trauerweiden sollen als Stecklinge von einem noch grünen Zweige herrühren, welchen der Dichter Pope an einem aus Smyrna gekommenen Feigenkorbe vorfand und in den Boden steckte.

§. 48

Merkwürdiger Weise behält die Knospe die Fähigkeit der Weiterentwickelung, auch wenn sie von ihrer Mutterpflanze abgetrennt und in die geeignete Lage

versetzt wird, die erforderliche Nahrung sich anzueignen. Dies geschieht, indem man die Knospe von einer Pflanze auf eine andere überträgt in der Weise, daß ihr Verhältniß zu dieser dem früheren möglichst gleichkommt. Diese Uebertragung von Knospen bezeichnet man mit dem Namen des Oculirens oder Aeugelns, wenn nur eine Knospe, und des Pfropfens, wenn gleichzeitig mehrere versetzt werden. Da hierbei die übertragene Knospe bei ihrer Entwickelung eine Axe erzeugt, die alle Eigenschaften ihrer Mutterpflanze beibehält, so giebt dieses Verfahren ein unschätzbares Mittel, um die Blüthen und Früchte der durch den Anbau veredelten Gewächse auf die im Naturzustande befindlichen Wildlinge derselben Art zu übertragen.

Das Oculiren.

§. 49. Man wendet das Oculiren hauptsächlich zur Veredelung der Wildlinge der Rose an, die man zu diesem Zwecke in den Garten versetzt, und erst nachdem sie kräftiges Wachsthum zeigen, schreitet man zum Werke. Zu diesem Zwecke macht man in die Rinde eines Wildlings einen Tförmigen Einschnitt (Fig. 50) bis auf den Splint und löst alsdann die Knospe eines edlen Zweiges sammt dem Blatt, in dessen Achsel sie sitzt, und einem Stückchen Rinde ab, welches etwa in der Form von Fig. 51 das Schildchen genannt wird. Man hebt jetzt die Rinde am Einschnitt des Wildlings ein wenig auf und schiebt das Schildchen ein, drückt es ein wenig abwärts und umbindet es mit Bast oder Wollenfaden (Fig. 52). Geschieht dies im Frühjahr, so schneidet man über der eingesetzten Knospe den Wildling quer ab und bricht die unterhalb stehenden Knospen aus, damit der Saft vorzugsweise der edlen Knospe zugeleitet wird. In diesem Falle treibt die Knospe alsbald und erzeugt noch im Laufe des Sommers eine Axe die nicht selten schon Blüthen hervorbringt. Man nennt dies das Oculiren auf's treibende Auge Im Spätsommer oculirt man auf das schlafende Auge,

Fig. 50.

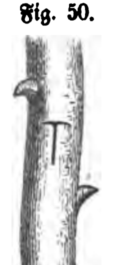


Fig. 51

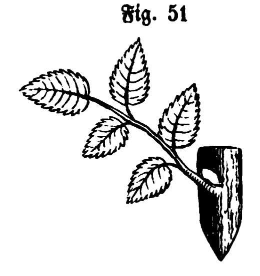


Fig. 52.



indem man sich mit dem Einsetzen der Knospe begnügt, die dann anwächst und erst im Frühjahr, nachdem man den Wildling oberhalb derselben abschneidet, in's Treiben gelangt.

Das Pfropfen.

Hier wird nicht eine einzelne Knospe, sondern ein kleiner Zweig mit 3 bis 4 Knospen, das sogenannte Pfropfreis, übertragen. Ist der Wildling ein junges Stämmchen, so wird dieses selbst, ist er ein größerer Baum, so werden dessen Hauptäste quer abgesägt. Auf dem Querschnitt wird, wie bei Fig. 53, mit einem starken Messer ein Spalt eingetrieben, das edle Reis von beiden Seiten keilförmig zugeschnitten (Fig. 54) und in den Spalt des Wildlings §. 50.

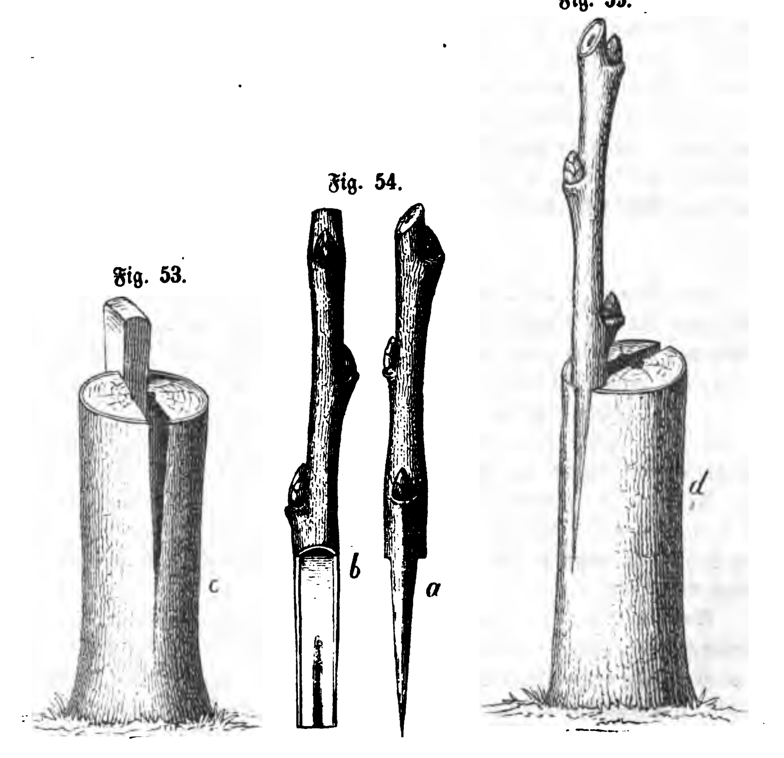


Fig. 53. Fig. 54. Fig. 55.

eingeschoben (Fig. 55). Der Spalt wird zur Abhaltung von Licht, Luft und Wasser mit Wachs verklebt oder mit Lehm überstrichen und mit Moos und Zeug umbunden, worauf denn die Rinde des Reises, deren Schnittfläche die des Wildlings unmittelbar berührt, seitwärts mit dieser verwächst.

Man setzt wohl auch ein ganzes Reis mit einem anhängenden Rindenstück in die Rinde eines jungen Stammes, ähnlich wie wir beim Oculiren gezeigt haben. Es gewährt dies den Vortheil, daß, im Falle das Reis nicht angeht oder treibt,

der Stamm dadurch nicht leidet, während er fast immer zu Grunde geht, wenn seine Krone abgeworfen wird und keines der aufgepfropften Reiser angeht.

Das Copuliren besteht darin, daß man ein edles Reis von beiden Seiten zuspitzt, es in den entsprechenden Einschnitt eines Wildlings von gleicher Stärke einsetzt und ringsum verklebt und verbindet.

Diese Verrichtungen werden übrigens auf mannichfaltige Weise abgeändert, mehr oder weniger umständlich ausgeführt. Das Wesentliche dabei bleibt jedoch immer die unmittelbarste Berührung der Schnittfläche der Rinde des edlen Reises oder Auges mit der des Wildlings. Denn nur indem diese saftführenden Theile in nächste Verbindung kommen, findet eine Verwachsung derselben Statt. Das Pfropfen wird meist im Anfange des Frühjahrs, wo der lebhafteste Safttrieb von unten nach oben stattfindet, vorgenommen.

Die Knospe verwächst jedoch nicht mit einem jeden beliebigen Stamm, auf den man sie übertragen wollte, sondern sie läßt sich nur auf Pflanzen derselben Gattung übertragen, so daß man bekanntlicher Weise Rosen und Aprikosen nicht auf Eichbäume zu verpflanzen im Stande ist.

Die Zwiebel.

§. 51. Eine Knospe, deren Deckblätter verhältnißmäßig groß, dick und saftreich sind, wird Zwiebel genannt. Dieselben treten vorzugsweise an unterirdischen Stämmen auf, doch geben uns die zwiebeltragende Lilie und der Lauch Beispiele, daß diese fleischigen Knospen auch am oberirdischen Stamme und zwar in den Blattachseln desselben in ihrer regelmäßigen Stellung erscheinen.

Durch ihre saftige Hülle stellt die Zwiebel eine Knospe von großer Selbstständigkeit vor, welche, von ihrer Mutterpflanze getrennt, die Fähigkeit besitzt, ihre Axe nach den beiden entgegengesetzten Richtungen zu verlängern, indem sie Wurzel und Blätter entwickelt. Sie behält dieses Vermögen mindestens ein Jahr lang, wenn sie vor Nässe bewahrt wird, die leicht eine Fäulniß derselben veranlaßt.

Neben der aus der Zwiebel hervorgehenden Pflanzenaxe erzeugt sie neue Knospen oder sogenannte Brutzwiebeln, die eine weitere Vermehrung möglich machen. Mit deren Hervorbringung ist die Bestimmung der Mutterzwiebel erfüllt, ihre Blätter, des saftigen Inhaltes beraubt, erscheinen vertrocknet, die Zwiebel stirbt ab.

Der Knollen.

§. 52. Auch am Knollen finden wir zur selbstständigen Entwickelung besonders befähigte Knospen, deren Umgebung weniger die Merkmale der Blätter an sich trägt, wie bei der Zwiebel, sondern in einer Anhäufung von Markzellgewebe besteht, das reichliche Mengen von Wasser, Stärke und Schleim in sich trägt, wodurch jenen Knospen hinreichende Nahrungsquellen zu ihrer ersten Entwickelung gewährt sind.

Der Knollen enthält in der Regel mehrere Augen, die mitunter erst dann sichtbar werden, wenn sie zu treiben beginnen. Vor Fäulniß bewahrt, erhalten sie ihre Triebkraft mindestens ein Jahr lang.

Die Blüthe.

§. 53. Möge es dem Botaniker nicht verargt werden, wenn er bei Betrachtung der Blüthe zunächst weniger Werth auf deren Pracht, Anmuth, Duft und Farbenschmelz zu legen scheint, als auf manches andere weniger in die Sinne Fallende. Es entgeht ihm bei der Betrachtung der kleinen Einzelheiten ebenso wenig der Eindruck des Ganzen, als irgend ein Kunstwerk dadurch verlieren würde, daß wir uns vorher mit den Mitteln seiner Hervorbringung bekannt gemacht haben. Ein Anderes ist es, ein Kunstwerk oder einen Naturgegenstand ansehen und anstaunen, als denselben verstehen und genießen.

Unter Blüthe verstehen wir die an der Spitze einer Pflanzenaxe auftretenden, eigenthümlich gestalteten Blätter, Blüthenblätter, welche zur Hervorbringung der Fruchtanlage bestimmt sind.

Diese Blätter unterscheiden sich in ihrer äußeren Form wesentlich von den übrigen Blättern der Pflanze und bilden bei der regelmäßig entwickelten, vollständigen Blüthe vier unter einander verschiedene Blüthenblattkreise.

Die beiden äußeren Kreise nehmen an der künftigen Fruchtanlage keinen Antheil, sie sind daher der unwesentlichste Theil der Blüthe und fehlen nicht selten theilweise oder gänzlich, ohne daß dadurch die Bestimmung jener vereitelt wird. Man bezeichnet daher im Allgemeinen die äußeren Blätter als Blüthendecke.

Das Vorhandensein der beiden inneren Kreise der Blüthenblätter ist dagegen nothwendig, und sie sind deshalb als die wesentlichen Blüthentheile zu betrachten.

Von außen nach innen oder, richtiger gesagt, von unten nach oben gehend, haben wir bei der vollständigen Blüthe die folgenden vier verschiedenen Blattkreise:

1. Die Kelchblätter. 2. Die Kronenblätter. 3. Die Staubblätter. 4. Die Fruchtblätter, welche wir unter den gewöhnlicheren Namen von Kelch, Krone, Staubfäden und Stempel betrachten werden

1. Der Kelch.

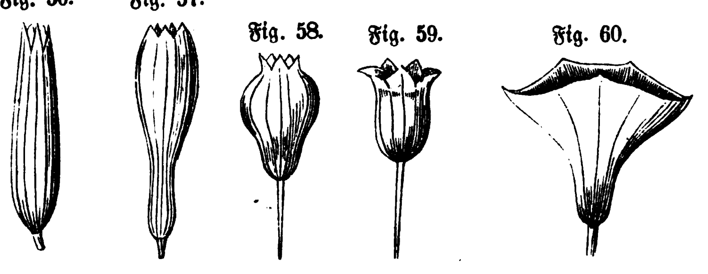
§. 54. Die Kelchblätter nähern sich durch ihre grüne Farbe und derbere Beschaffenheit noch sehr den Stengelblättern. Bei manchen Pflanzen hat der Kelch jedoch eine von diesen abweichende Farbe, wie z. B. bei der Fuchsia eine schöne Scharlachrothe. Nicht selten ist der Kelch fehlend oder abfallend, wenn er, wie beim Mohn und der Rebenblüthe, bei dem Aufblühen abfällt. Wenn die inneren Blüthentheile nur von einem äußeren Blattkreise umgeben sind,

so läßt man es unentschieden, ob dieser als Kelch oder als Krone zu betrachten sei und bezeichnet ihn als *Hülle*, wie z. B. bei der Tulpe.

Entweder sind die Kelchblätter frei und bilden daher einen *mehrblättrigen Kelch*, oder sie sind mit ihren Seitenrändern unter einander verwachsen, wodurch der *einblättrige Kelch* entsteht.

Am mehrblättrigen Kelch zählt man die einzelnen Blättchen und beschreibt ihre Form und Stellung. Beim einblättrigen Kelch nimmt man auf den Rand oder Saum Rücksicht, der gewöhnlich *gezahnt* ist, und auf seine Form. Der untere Theil desselben heißt der *Schlund*.

Hinsichtlich der Form ist der Kelch: *röhren-* oder *walzenförmig*,



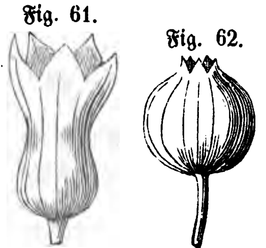


Fig. 56.; *keulenförmig*, Fig. 57.; *kreiselförmig*, Fig. 58.; *glockig*, Fig. 59.; *trichterförmig*, Fig 60.; *krugförmig*, Fig. 61.; *kugelig*, Fig. 62.; *aufgeblasen* u. a. m.

Der Schlund des Kelches ist entweder *nackt* oder *behaart* und durch die *Haare bisweilen verschlossen*.

Regelmäßig heißt der Kelch, wenn alle seine einzelnen Blättchen einander vollkommen gleich sind; im entgegengesetzten Falle ist er *unregelmäßig*. Ein häufig vorkommendes Beispiel des unregelmäßigen einblättrigen Kelches ist der *zweilippige Kelch*, der durch einen Einschnitt in zwei sogenannte Lippen getheilt ist. Er findet sich unter anderen beim Salbei.

2. Die Krone.

§. 55. Bei weitem auffallender weichen die Kronblätter in ihrer Bildung von den Stengelblättern ab. Durch ihre Zartheit und Farbenpracht verleihen sie der Pflanze den herrlichsten Schmuck, die ja so häufig nur um dessen willen gepflegt wird, denn zu allen Zeiten sind Blumen die Lieblinge des Menschen; sie schmücken seine Feste und sein Grab.

Die Krone zeigt viel Uebereinstimmendes mit dem Kelche. Sie ist wie dieser mehrblättrig oder einblättrig, regelmäßig oder unregelmäßig.

An den einzelnen Kronblättern unterscheidet man die **Blattfläche** und den unteren, zuweilen stielartigen Theil, der **Nagel** heißt und z. B. bei der Nelke ziemlich lang ist.

Viele Formen der einblättrigen Krone stimmen mit den in §. 54. abgebildeten des Kelches überein und erhalten daher auch dieselben Benennungen. Als besondere Formen führen wir die folgenden an: **kugelförmig**, Fig. 63.; **eiförmig**, Fig. 64.; **länglich** oder **kegelförmig**, Fig. 65.; **glockenförmig**, Fig. 66.; **röhrenförmig**, Fig. 67.; **trichterförmig**, Fig. 68.; **präsentirtellerförmig**, Fig. 69.; **radförmig**, Fig. 70.

Fig. 63. Fig. 64. Fig. 65. Fig. 66.

Fig. 67. Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70.

§. 56. Als unregelmäßige Blumenkronen kommen zwei Formen besonders häufig vor, wovon die erste mehrblättrig und die zweite einblättrig ist.

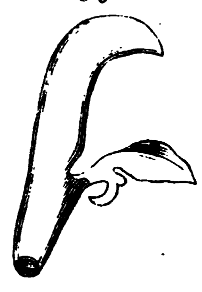


Fig. 71.

Die **schmetterlingsartige** Blumenkrone (Fig. 71.) besteht aus fünf Blättern, von welchen das obere einzeln stehende und meist größere die **Fahne** heißt. Zu beiden Seiten befinden sich die **Flügel**, und die zwei übrigen Blättchen bilden zusammengeneigt einen spitzen Schnabel, das sogenannte **Schiffchen**. Solche Blüthen findet man bei der Bohne, der Erbse und vie-

len anderen Pflanzen, welche die große Familie der Schmetterlings-blumen ausmachen.

Fig. 72.



Die lippenförmige Blumenkrone (Fig. 72.) ist durch einen Einschnitt in die Oberlippe und Unterlippe getheilt. Erstere ist zuweilen stark gewölbt und wird alsdann Helm genannt. Die Unterlippe ist in der Regel in drei Lappen oder Abschnitte getheilt. Der untere, röhrenförmige Theil der Lippenblume heißt Schlund. Kann man ungehindert in denselben hineinsehen, so ist die Krone rachenförmig oder offenstehend, ist der Schlund aber durch eine wulstige Auftreibung der Unterlippe geschlossen, wie dies bei dem bekannten Löwenmäulchen der Fall ist, so nennt man die Krone maskirt.

Die Lippenblumen sind zahlreich und bilden eine große Familie, wohin unter anderen der Salbei und die Taubnessel gehören.

3. Die Staubfäden.

§. 57. Den dritten Blattkreis der Blüthe bilden die Staubblätter, die in ihrer Gestalt von der gewöhnlichen Blattform so bedeutend abweichen, daß sie als Fäden bezeichnet werden. In der That erscheinen dieselben meistens so zusammengezogen, daß sie Niemand als Blätter ansehen und bezeichnen würde, wenn nicht bei vielen Blüthen der Uebergang aus den Kronblättern in Staubfäden deutlich nachweisbar wäre.

Fig. 73. Fig. 74. Fig. 75.

Untersuchen wir z. B. die Kronblätter einer weißen Seerose, einer gewöhnlichen gefüllten Rose und Nelke, so finden wir die nach der Mitte zu stehenden Kronblätter immer schmäler werdend, alsbald mit einem gelben Köpfchen versehen, sodann schon theilweise fadenförmig, wie Fig. 73., und endlich erscheinen die Staubfäden, Fig. 74. und 75, die bald mehr oder weniger dünn und lang und meistens ungefärbt sind.

§. 58. Man unterscheidet an den Staubfäden zwei verschiedene Theile, den unteren, meist fadenförmigen, daher vorzugsweise als Faden oder Träger bezeichneten, und den oberen, der als kugeliger oder länglicher Schlauch mit staubartigem Inhalt erscheint, und Staubbehälter (Anthere) genannt wird. Der letztere ist der wesentliche Theil, und der Faden fehlt nicht selten oder ist vielmehr so verkürzt oder mit anderen Blüthentheilen verwachsen, daß der Staubbehälter sitzend oder ungestielt genannt wird.

Die Staubfäden gehören mit zu den wichtigsten Merkmalen für die Be-

schreibung der Pflanzen, und man nimmt dabei Rücksicht auf ihre Anzahl, Länge und Stellung, sowie darauf, ob sie unter einander oder mit anderen Theilen der Blüthen verwachsen sind. Verwachsene Staubfäden werden verbrüdert genannt.

§. 59. Als Inhalt des Staubbehälters finden wir den Pollen oder den Blüthenstaub, einen meistens gelb, zuweilen auch roth, braun, violett oder grün gefärbten Staub, dessen Körnchen einen Durchmesser von 1/20 bis 1/800 Linie haben. Betrachtet man dieselben mittels starker Vergrößerung, so stellen sich diese winzigen Stäubchen als rundliche Schläuche dar, die mit einer körnigen Flüssigkeit erfüllt sind. Die einzelnen Pollenkörner dienen zur Fortpflanzung nur dann, wenn sie an eine gewisse Stelle der Pflanze gelangen, die zur Aufnahme derselben bereit ist und Samenknospe genannt wird. Diese letztere finden wir im vierten Blattkreis der Blüthe, in den Fruchtblättern oder Stempeln, und die von hier ausgehende Entwickelung werden wir bei der Beschreibung des Samens näher betrachten.

Zu einer bestimmten Zeit springt daher der Staubbehälter auf und schüttelt als kleines Wölkchen seine Pollenkörner aus, von welchen dann einzelne an den Ort ihrer Bestimmung gelangen. In der Regel ist die Stellung der Staubfäden zu den Fruchtblättern von der Art, daß diese den Staub leicht aufnehmen können. Häufig ist dies jedoch nicht der Fall, indem die Fäden entweder zu kurz sind, oder in anderen Blüthen, ja auf anderen Pflanzen sitzen. In diesem Falle übernehmen der Wind und die Insecten, namentlich die Bienen, das Geschäft der Uebertragung des Staubes auf das Fruchtblatt.

Entfernt man die Staubbehälter vor ihrem Aufspringen aus einer Blüthe, so entwickelt diese keine Frucht. Die künstliche Bestaubung geschieht, indem man einer Blüthe die eigenen Staubfäden nimmt und die einer anderen Blüthe auf dieselbe ausstauben läßt. Man bezweckt hierdurch die Hervorbringung gemischter oder sogenannter Spielarten (Sorten) und befolgt dies namentlich bei Levkojen und Nelken.

4. Der Stempel.

§. 60. Die Fruchtblätter oder Stempel (Pistille) bilden endlich den vierten und letzten Blattkreis der Blüthe, und stehen somit in der Mitte derselben und an der Spitze der Axe, deren Wachsthum mit der Hervorbringung der Frucht abgeschlossen ist.

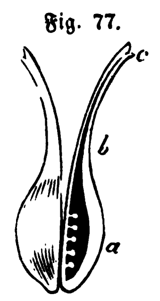
Fig. 76.

Merkwürdiger Weise nähern sich die Fruchtblätter in ihrer Bildung wieder mehr den Stengelblättern, theils in der ihnen eigenen grünen Farbe, theils durch ihren Bau, der namentlich bei ihrem Heranwachsen zur Frucht die entschiedenste Blattähnlichkeit zeigt. Die Entstehung des Stempels aus einem Blatte erklärt sich nach Fig. 76. in der Weise, daß dessen Ränder sich einwärts biegen und mit einander verwachsen, während der Mittelnerv zu einem

längeren Theile fortwächst. Die Stelle, wo die Ränder des Fruchtblattes verwachsen, heißt Naht, und an dieser entwickeln sich in der Regel die Anlagen der künftigen Frucht, welche Samenknospe genannt und später einer besonderen Betrachtung unterworfen wird.

Man unterscheidet an dem ausgebildeten Stempel drei Theile, den unteren, etwas dickeren, welcher die Fruchtanlagen einschließt und daher Fruchtknoten heißt (Fig. 77 a), und in einen hohlen fadenförmigen Theil (b), Griffel oder Staubweg genannt, übergeht, der an seinem Ende die Narbe (c) trägt, die bald die Form eines Federchens hat, bald die einer Vertiefung, mit einem klebrigen Safte bedeckt. Der Griffel fehlt nicht selten, und die Narbe ist in diesem Falle eine unmittelbar auf dem Fruchtknoten sitzende.

Fig. 77.



§. 61. Die Blüthe enthält entweder nur ein Fruchtblatt, oder sie enthält deren mehrere. In letzterem Falle ist entweder jedes einzelne Fruchtblatt für sich zu einem Stempel ausgebildet, oder dieselben sind unter einander verwachsen. Dem Anscheine nach ist alsdann nur ein Stempel vorhanden, allein meist läßt sich aus der Anzahl der Griffel oder, wenn auch diese verwachsen sind, aus der der Narben bestimmen, wie viel Fruchtblätter vorhanden waren. Die Art des Verwachsens dieser bietet mehrere Abänderungen dar, die namentlich von Einfluß auf die Form der Frucht sind und bei deren Betrachtung näher beschrieben werden.

Gleichwie die Staubfäden gehören die Stempel zu den für die Beschreibung der einzelnen Pflanzen wichtigsten Merkmalen. Es muß jedoch bemerkt werden, daß bei manchen Pflanzen, z. B. bei den Nadelhölzern, die Stempel gänzlich fehlen, obgleich Samenknospen vorhanden sind. S. §. 74.

Gegenseitiges Verhalten der Blüthentheile.

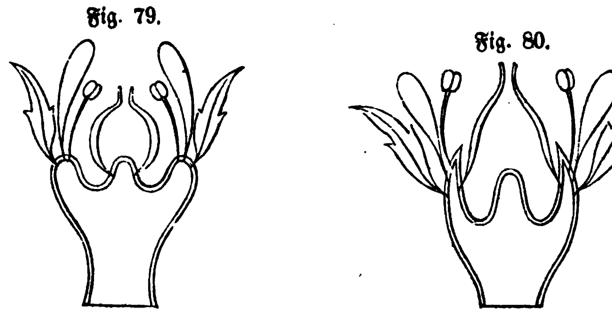
§. 62. Abgesehen von den bisher angeführten Merkmalen der einzelnen Blüthentheile, bieten dieselben noch manche Eigenthümlichkeiten in ihrem gegenseitigen Verhalten dar, was bei der Beschreibung und Eintheilung der Pflanzen sehr zu berücksichtigen ist. Hierher gehört zunächst die Stellung der Blüthentheile.

Fig. 78



Nennen wir die Spitze des Stammes, an welchem die seither beschriebenen Blattkreise auftreten, die Blüthenaxe, so hat diese bei einer ganz regelmäßigen Bildung eine etwas kegelförmige Gestalt (Fig. 78) und die vier Blattkreise nehmen die ihrer Entwickelung angemessene Stellung ein. Jeder äußere Blattkreis steht alsdann wirklich unter seinem inneren und es müssen natürlich alle übrigen inneren Blüthentheile unter den

Fruchtblättern, als innerstem Kreis, stehen. Ist eine Blüthe wirklich in dieser regelmäßigen Weise gebildet, so wird sie unterständig (hypogynus) genannt. Nicht selten erhebt sich jedoch der untere Theil der Blüthenaxe und bildet um die Spitze derselben eine Art von Ring, Fig. 79, auf welchem jetzt die äußeren Blattkreise in ziemlich gleicher Höhe die Stempel


Fig. 79. Fig. 80.

umstehen, daher eine solche Blüthe umständig (perigynus) heißt. Erhebt sich der Ring mit seinen Blüthentheilen gar über die Spitze der Axe, so werden diese in Beziehung auf die Stempel oberständig (epigynus) genannt, Fig. 80.

§. 63. Nicht selten ist ein Blattkreis mit einem oder mehreren der ihm benachbarten zum Theil oder ganz verwachsen. Dieses findet besonders zwischen Kelch, Krone und Staubfäden Statt, wie z. B. bei der Blüthe der Rose, des Apfelbaumes u. a. m. Auch trifft man bei manchen Pflanzen eine Verwachsung der Staubfäden mit den Stempeln, so daß die Staubbehälter auf letzteren sitzend erscheinen (Orchis).

Blüthen, in welchen der Regel gemäß Staubolgane und Fruchtblätter vorhanden sind, heißen Zwitterblüthen. Enthalten dieselben nur Staubfäden, so werden sie männliche, enthalten sie nur Fruchtblätter, dann werden sie weibliche Blüthen genannt. Als geschlechtslos bezeichnet man Blüthen, denen beide innere Blattkreise fehlen.

Es giebt Pflanzen, bei welchen männliche und weibliche Blüthen auf einem und demselben Stamme vorkommen, wie bei der Haselnuß und der Eiche, weshalb dieselben einhäusig sind, während bei den zweihäusigen Pflanzen die männlichen und weiblichen Blüthen auf verschiedenen Stämmen derselben Art angetroffen werden, was z. B. bei der Weide, dem Hanf und dem Hopfen der Fall ist.

Zufällige Blüthentheile.

§. 64. Wir bezeichnen hiermit verschiedene Bildungen, die nur an manchen Blüthen angetroffen werden, und daher als unwesentlich anzusehen sind, wie der Kranz, eine Mittelbildung zwischen Krone und Staubblatt, besonders kenntlich bei der weißen Narcisse (Sternblume) als rother Ring. Aehnlich ist die Schuppe oder das Schüppchen, das man z. B. unten an den Kronblättchen des Vergiß-

meinnichts findet. Beide Bildungen mögen wohl als Nebenblätter (§. 35) der Kronblätter anzusehen sein.

Die Honigbehälter (Nectarien) sind mit einem zuckrigen Safte erfüllte Höhlungen in den Kronblättern, die zuweilen eine ganz eigenthümliche spornförmige Gestalt haben.

Blüthenstand.

§. 65. Nachdem wir die Blüthe in ihren einzelnen Theilen kennen gelernt haben, bleibt uns noch übrig, ihre Stellung als Ganzes zu anderen Blüthen und zum Stamme zu betrachten. Man bezeichnet dieses Verhältniß durch den Ausdruck Blüthenstand.

Derjenige Theil einer Haupt- oder Seitenaxe, an welchem die Blüthenblätter sich entwickeln, wird Blüthenstiel genannt. Ist derselbe sehr verkürzt, so erscheint die Blüthe ungestielt oder sitzend. Beschließt die Blüthe das Wachsthum einer Hauptaxe, so heißt sie Endblüthe, in jedem anderen Falle Seitenblüthe. Die achselständige Blüthe entspringt aus der Achsel eines Blattes (Blattwinkel).

Der ganz einfache Stengel ist einblüthig, d. h. er erzeugt eine einzige Endblüthe (Tulpe); jeder ästige Stengel ist mehrblüthig.

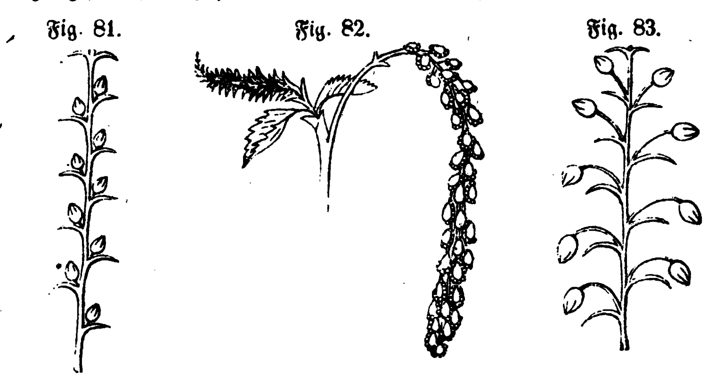
Zerstreut sind die Blüthen, wenn sie einzeln, ohne besonders in's Auge fallende Ordnung an verschiedenen Stellen der Pflanze auftreten; genäherte oder gedrängte Blüthen bilden dagegen Gruppen von eigenthümlicher Form und entsprechender Benennung.

§. 66. Bei dem gedrängten Blüthenstande bemerken wir zunächst den gemeinschaftlichen Blüthenstiel, der Spindel genannt wird, an dem in der Regel kleine Blätter, sogenannte Deckblättchen sich befinden, aus deren Achseln die gestielten oder ungestielten einzelnen Blüthen entspringen. Nicht selten enthalten die unteren Deckblättchen keine Blüthen in ihren Achseln, und bilden dann, an einander gereiht, eine gemeinschaftliche Hülle um alle Blüthen der Spindel (Sonnenblume).

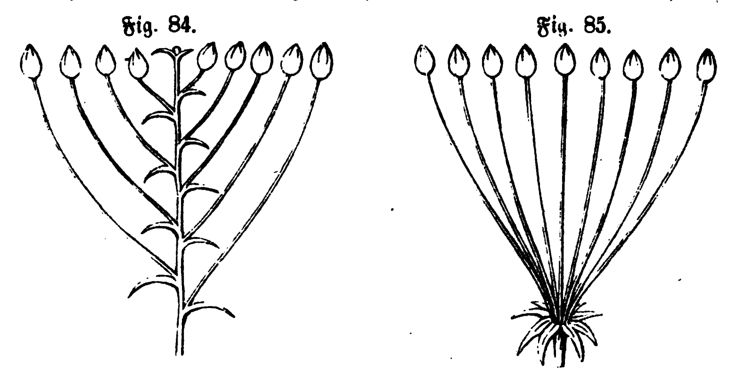
§. 67. Von der Länge, Dicke und Breite der Spindel, von der Länge der Stiele der einzelnen Blüthen und von der Form und Beschaffenheit der Deckblättchen hängt nun hauptsächlich die äußere Erscheinung des Blüthenstandes ab, von dem wir folgende Hauptformen unterscheiden:

1) Die Aehre, Fig. 81; ungestielte oder kurzgestielte Blüthchen sitzen längs der Spindel in den Achseln der Deckblättchen. Die Aehre ist zusammengesetzt, wenn aus den Blattachseln selbst wieder kleine Aehrchen hervorkommen. 2) Das Kätzchen, Fig. 82, eine gewöhnlich herabhängende Aehre, deren ganze Spindel nach dem Verblühen abfällt (Haselnuß). 3) Der Kolben, eine Aehre mit sehr dicker, fleischiger Spindel (Kalmus). 4) Der Zapfen, ein Kätzchen mit holzigen, schindelartigen Deckblättern (Nadelhölzer). 5) Die

Traube oder das Träubchen, Fig. 83, eine Aehre, deren Blüthchen etwas länger gestielt sind (Johannisbeere). 6) Die Rispe ist eine Traube mit ver-


Fig. 81. Fig. 82. Fig. 83.

ästelten, blüthetragenden Nebenaxen (Rohr). 7) Der Strauß, eine stark verästelte Rispe, deren untere und obere Seitenästchen kürzer sind, als die mittleren, so daß der ganze Blüthenstand eine eiförmige (straußförmige) Gestalt erhält (Flieder oder Syringa, Hartriegel). 8) Die Doldentraube, Fig. 84, eine Traube mit verkürzter Spindel und verlängerten Nebenaxen (Bauernsenf, Iberis). 9) Die Scheindolde oder Trugdolde, eine Doldentraube mit verästelten

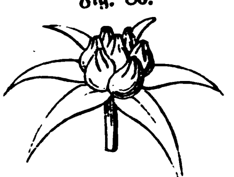

Fig. 84. Fig. 85.

Nebenaxen (Hollunder, Schneeball). 10) Die Dolde oder der Schirm Fig. 85, ein Blüthenstand mit verschwindend kurzer Spindel, so daß alle blüthetragenden Nebenaxen an einer gemeinschaftlichen Stelle zu entspringen scheinen, an welcher alle Deckblätter in einen Quirl (§. 42) gestellt erscheinen und eine gemeinschaftliche Hülle bilden. Bei der zusammengesetzten Dolde tragen die einzelnen Nebenaxen abermals kleine Döldchen.

Dieser sehr charakteristische Blüthenstand findet sich namentlich bei der großen Familie der Doldenträger, zu welcher u. a. der Kümmel und die gelbe Rübe gehören.

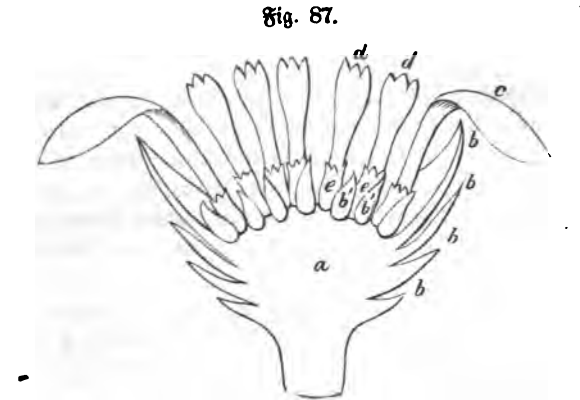
11) **Das Köpfchen**, Fig. 86, besteht aus kleinen, kurz- oder ungestielten Blüthchen, die auf einer sehr verkürzten Spindel dicht neben einander und über einander sitzen (Klee).

Fig. 86.



Wenn sich hierbei die Spindel beträchtlich verdickt und zu einer **Scheibe** ausbreitet, so entsteht hieraus ein ganz eigenthümlicher, einer großen Anzahl von Pflanzen zukommender Blüthenstand, den uns die Durchschnittszeichnung, Fig. 87, versinnlicht. Wir sehen hier die verdickte Spindel oder **Scheibe** *a*, umgeben von mehreren Kreisen von Deckblättern, *bb*, die zusammen eine gemeinschaftliche Blüthenhülle bilden. Die kleinen Deckblättchen, *b'b'*, die auf der Scheibe stehen und die wegen ihrer häutigen Beschaffenheit auch **Spreublätter** heißen, tragen in ihren Achseln die kleinen ganz ungestielten Blüthen *c* und *d*, die entweder einen Kelch (*e*) haben, oder desselben entbehren. Die auf der Scheibe stehenden Blüthchen sind entweder alle von gleicher Form, oder sie sind theils **röhrenförmig** (*d*), theils **zungen- oder bandförmig** (*c*).

Fig. 87.



Die Scheibe ist jedoch nicht immer flach, sondern häufig halbkugelig, kugelig, kegelförmig, vertieft u. s. w. **Nackt** erscheint sie, wenn keine Spreublättchen vorhanden sind. Die in ihrem Umfange stehenden Blüthen heißen **Rand-** oder **Strahlenblüthen** und umgeben die **Scheibenblüthen**.

Man bezeichnet diesen Blüthenstaub als **zusammengesetzte Blüthe** (oder Blüthenkörbchen) und findet diese als Merkmal einer großen Familie, zu der u. a. die Sonnenblume, die Gänseblume, der Löwenzahn und der Rhainfarn gehören.

Die Frucht.

§. 68. Die Bestimmung der Blüthe ist erfüllt, nachdem die Uebertragung des Blüthenstaubes auf die Fruchtanlage stattgefunden hat. Von diesem Augenblicke an geht die Blüthe in ihrem Wachsthum nicht mehr vorwärts, sie welkt und vertrocknet. Nur die Samenknospe mit ihrer Umgebung, mithin die Fruchtblätter gehen ihrer weiteren Entwickelung oder Reife entgegen und werden dadurch wesentlich verändert Nicht selten nehmen jedoch auch die Deckblätter

und zuweilen auch der Kelch im Verlauf der Ausbildung der Frucht eine neue Form an.

Als wesentlichen Theil der Frucht müssen wir natürlich die entwickelte Samenknospe, den **Samen** ansehen, während die denselben umgebenden Gebilde als **Fruchthülle** und **Fruchtdecke** zu bezeichnen sind. Die Form der letzteren bedingt das äußere Ansehen und die Benennung der Frucht.

Die innere Anordnung der verschiedenen Fruchttheile ergiebt sich als eine Folge der Anzahl, der Stellung und der Verwachsung der Stempel, weshalb wir nochmals zur Betrachtung derselben unter diesem Gesichtspunkte zurückkehren.

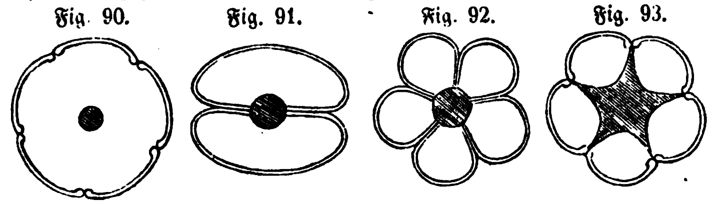
§. 69. Die Fruchtblätter (Stempel) nehmen bekanntlich den obersten Theil der Blüthenaxe ein, der wegen seines Antheils an der Fruchtentwickelung als **Fruchtaxe** bezeichnet wird. Dieselbe endigt entweder nur in ein einziges Fruchtblatt, in welchem Falle der **Fruchtknoten** (§. 60) einfächerig ist, oder die Fruchtaxe ist von mehreren Fruchtblättern umgeben, wo es dann von der Art ihrer Verwachsung abhängt, ob der Fruchtknoten einfächerig oder mehrfächerig erscheint.

Die folgenden Abbildungen stellen Querschnitte verschiedener Fruchtknoten dar, die theils nur aus einem eingeschlagenen und mit den Rändern verwachsenen Fruchtblatt bestehen (Fig. 88 und Fig. 89), theils aus mehreren Fruchtblättern in Verbindung mit der Fruchtaxe.

Fig. 88. Fig. 89.

In Figur 88 erblicken wir den Querschnitt des aus einem Fruchtblatte gebildeten **einfächerigen** Fruchtknotens, bei welchem *a* den Mittelnerv des Blattes und *b* die verwachsenen Ränder bezeichnet. Bei Fig 89 ist durch die stärkere Einschlagung ein **unvollständig zweifächeriger** Fruchtknoten entstanden.

Der einfächerige Fruchtknoten (Fig. 90) ist durch seitliche Verwachsung von 5 um die Fruchtaxe stehenden Fruchtblättern entstanden. Wenn hierbei die Fruchtblätter zugleich sich einwärts schlagen und mit der Fruchtaxe verwachsen,


Fig. 90. Fig. 91. Fig. 92. Fig. 93.

so entstehen, je nach der Anzahl der vorhandenen Blätter zwei-, drei-, fünffächerige u. s. w. Fruchtknoten (Fig. 91 und Fig. 92). Endlich kann durch ein nach außen gehendes Wachsen der Fruchtaxe ein mehrfächeriger Fruchtknoten entstehen (Fig. 93).

So liegt denn schon im Fruchtknoten die Andeutung der Form der künftigen Frucht. Die zur Fruchthülle ausgewachsenen Fruchtblätter springen bei der Samenreife gewöhnlich ganz oder theilweise auf, und zwar meist an denjenigen Stellen, welche der durch das Verwachsen entstandenen Naht entsprechen (§. 60).

Aeußere Fruchtformen.

§. 70. An der Fruchtbildung nehmen zunächst die Fruchtblätter Antheil. Sie umgeben den Samen unmittelbar als Samengehäuse. Häufig tritt hierzu noch die Fruchtdecke, aus der Weiterbildung der Krone oder des Kelches hervorgehend, und endlich mitunter die Fruchthülle, aus veränderten Deckblättern bestehend.

Je nachdem nun diese früheren Blüthentheile während der Fruchtreife eine besondere Bildung annehmen, entstehen die eigenthümlichen äußeren Fruchtformen. Wir finden, daß dieselben bald blattartig bleiben, bald lederartig werden, oder steinhart, markig, fleischig u. s. w. Nicht selten sind die äußeren Fruchttheile eine Anhäufung von Zellgewebe, welches Stärkemehl, Zucker, Schleim, Fette oder Säuren u. s. w. enthält, wodurch jene unwesentlichen Theile für unsere Lebenszwecke allerdings oft wesentlicher sich bewähren, als der Samen selbst.

Die wichtigeren Fruchtformen sind die folgenden:

a) Einblättrige Frucht

§. 71. 1. Die Offenfrucht; der Samen liegt frei in der Achsel der verholzten Fruchthülle (Zapfen der Nadelhölzer). 2. Die Hülse (Legumen); sie besteht aus einem einzigen Fruchtblatt, an dessen Naht (Fig. 88 *b*) die Samen angeheftet sind (Hülsenfrüchte; Bohnen u. s. w.). 3. Die Balgfrucht; mehrere kleine Hülsen stehen meist paarweise beisammen (Rittersporn, Sturmhut, Immergrün).

b) Mehrblättrige Frucht.

§. 72. 4. Die Kapsel; zwei oder mehrere Fruchtblätter sind mit einander verwachsen, und zwar entweder nur mit den Rändern (einfächerige Kapsel, Fig. 90), oder mit theilweiser (Mohn) oder gänzlicher Einschlagung der Ränder und Verwachsung mit der Fruchtaxe (mehrfächerige Kapsel, Fig. 91 u. 92) (Veilchen, Reseda, Balsamine ꝛc.). 5. Die Schote (Siliqua); zwei Fruchtblätter sind mit einander verwachsen und durch eine dünne Scheidewand in zwei Längsfächer getheilt (Levkoje, Kohl); das Schötchen hat denselben Bau, ist aber kürzer und wenig samig (Hirtentasche, Bauernsenf). 6. Die Schalfrucht (Karyopse); die einsamige Frucht ist von einer fest anliegenden oder mit dem Samen verwachsenen Fruchthülle umgeben, welche nicht aufspringt (Gräser, Ranunkeln, Lippenblumen). 7. Die Schließfrucht (Achäne); eine einsamige Kapsel mit trockener, nicht aufspringender Fruchthülle (Sonnenblume, Distel,

Kümmel). 8. Die **Nuß**; ist eine Schließfrucht mit fester, lederartiger oder holziger Fruchthülle (Haselnuß, Eichel). Das **Nüßchen** ist eine Schalfrucht mit lederartiger fester Hülle (Sauerampfer, Hanf, Heidekorn, Buchweizen). 9. Die **Beere**; die Häute der Fruchthülle sind weich und der mittlere Theil derselben fleischig und sehr saftreich (Traube, Johannisbeere, Citrone). Als besondere Abänderung der Beere sind die sogenannten **Kürbisfrüchte** (Gurke, Melone) zu bemerken. 10) Die **Steinfrucht**; die äußere Haut der Fruchthülle ist fleischig, die innere steinhart (Pflaume, Mandel, Olive). 11. Die **Apfelfrucht**; hülsenförmige Früchte sind von den während der Fruchtreife außerordentlich dick und fleischig gewordenen Fruchtdecken umgeben (Apfel, Birne u. s. w.).

Als **zusammengesetzte** Früchte sind die Erdbeere, Himbeere, Maulbeere u. a. m. zu betrachten.

Der Samen.

§. 73 So wie die Knospen in den Blattachseln aus dem Stamme heraustreten und zu einer kleinen Seitenaxe sich ausbilden und entweder sogleich oder erst nach längerer Zeit weiter wachsen, ebenso entstehen an anderen Stellen der vollkommneren Pflanzen Knospen, die eine eigenthümliche Entwickelung durchmachen, als deren Endergebniß der Samen erscheint und die daher **Samenknospen** genannt werden.

Was zunächst die Stellung als Samenknospe betrifft, so finden wir sie stets an dem Ende einer Pflanzenaxe, deren weiteres Wachsthum mit der Entwickelung der Samenknospe abgeschlossen ist.

Verfolgen wir ihre Entstehungsgeschichte, so erscheint die Samenknospe zuerst in Gestalt eines sehr kleinen, weißen, aus Zellgewebe bestehenden Knöpfchens, das früher unpassender Weise Ei genannt worden ist. Im Innern der Samenknospe bildet eine Zelle von beträchtlicher Größe eine kleine Höhlung, den **Keimsack**. Fig. 94.

Die Samenknospe an und für sich ist unfähig, zum Samen sich auszubilden, und es gehen eine Menge von Samenknospen zu Grunde, ohne ihre vollständige Entwickelung erreicht zu haben. Diese tritt nämlich nur alsdann ein, wenn ein von den Staubbehältern der Blüthe ausgestreutes Pollenkörnchen zu der Samenknospe gelangt und, in das Keimsäckchen derselben eindringend, die sogenannte **Befruchtung** bewirkt.

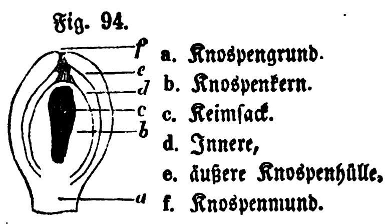
§. 74. Bei manchen Pflanzen, wie z. B. bei den Nadelhölzern, hat die Stellung der Samenknospe noch eine große Aehnlichkeit mit der gewöhnlichen Knospe, indem sie in den Achseln vieler, dicht am Ende der Pflanzenaxe zusammengedrängter, schuppenartiger Blätter hervorbricht, ohne alle Bedeckung und deshalb als **nackte** Samenknospe bezeichnet wird. Alsdann finden wir den später entwickelten Samen ebenfalls nackt unter den Schuppen der Tannenzapfen

liegen, wie uns dies am deutlichsten an den großen wohlschmeckenden Samen der Zirbelnüsse (Pinus piniferus) bezeichnet wird.

Allein bei weitem die Mehrzahl der Pflanzen erzeugt ihre Samenknospen in besonders gebauten blattartigen Gebilden, die bereits im §. 60 unter dem Namen der Stempel oder Fruchtblätter beschrieben wurden. Wir haben gesehen, daß diese Organe im Allgemeinen aus einem im Grunde dickeren Theile, dem Fruchtknoten bestehen, in dessen Fruchtknotenhöhle eine oder mehrere Samenknospen sich zeigen, zu welchen durch eine Oeffnung, die Narbe heißt, bald unmittelbar, bald durch einen röhrenartig verlängerten Staubweg oder Griffel das Pollenkorn gelangt.

§. 75. Die Samenknospe bietet bei den verschiedenen Pflanzen mehrere so eigenthümliche Abweichungen in ihrem Bau dar, daß eine Beachtung derselben nothwendig ist. So bildet sich um die eigentliche Knospe, die wir als Knospenkern näher bezeichnen wollen, bald eine einfache, bald eine doppelte Knospenhülle, die jedoch an der Spitze des Knospenkerns sich nicht schließt, sondern als Knospenmund geöffnet bleibt. Sowohl durch Krümmungen der Samenknospe selbst, als auch durch die Umbiegung ihres unteren verlängerten und in diesem Falle Knospenträger genannten Theiles entstehen diejenigen Formen, welche man als umgekehrte, halb umgekehrte und gekrümmte Samenknospe bezeichnet und die sich von der geraden oder aufrechten Knospe dadurch unterscheiden, daß bei jenen der Knospenmund nicht dem Anheftungspunkt der Knospe gegenüber, sondern neben demselben liegt. Zur Erläuterung der in den §. 73—75 bei Beschreibung der Samenknospe gebrauchten Ausdrücke diene der in Fig. 94 in geeigneter Vergrößerung gegebene Durchschnitt einer geraden Samenknospe.

Fig. 94.



a. Knospengrund.
b. Knospenkern.
c. Keimsack.
d. Innere,
e. äußere Knospenhülle,
f. Knospenmund.

§. 76. Wird ein nach der Ausstreuung des Blüthenstaubes auf die Narbe gefallenes Pollenkorn in seiner weiteren Entwickelung verfolgt, so bemerkt man, daß dasselbe zuerst etwas anschwillt und allmälig an einer Stelle zu einer fadenförmigen Zelle, dem sogenannten Pollenschlauch, auswächst. Dieser letzte bringt dann, indem er fortwächst, durch die Narbe, und beim Vorhandensein eines Staubweges (Griffels) auch durch diesen in den Fruchtknoten ein und tritt endlich durch den Knospenmund in den Keimsack des Knospenkerns einer daselbst befindlichen Samenknospe. Die Befruchtung ist hierdurch vollendet und es beginnt sofort die Entwickelung von neuem Zellgewebe an der Stelle, wo der Pollenschlauch eingetreten ist. Das anfangs rundliche Häufchen von Zellen nimmt alsbald eine bestimmte Form an und erscheint endlich als ein kleines

selbstständiges Pflänzchen, das Keim oder Embryo genannt wird und mit einer beblätterten Knospe und einem Würzelchen versehen ist.

Fig. 95.

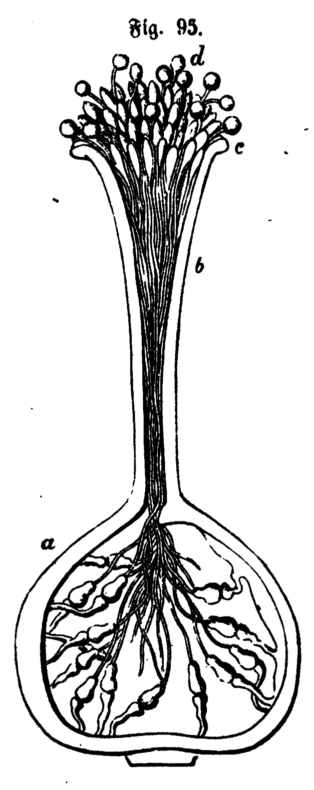


Fig. 95 zeigt uns die Vergrößerung eines Stempels, wo von den auf der Narbe *c* liegenden Pollenkörnern *d* die fadenförmigen Pollenschläuche durch den Staubweg *b* in die Höhle des Fruchtknotens *a* zu den daselbst zahlreich vorhandenen Samenknospen dringen und in diese eintreten.

§. 77. Mit der Ausbildung des Keimes verändern sich jedoch auch seine nächsten Umgebungen, indem durch Vermehrung des Zellgewebes der sogenannte Eiweißkörper entsteht, der den Keim bei manchen Pflanzen gänzlich, bei anderen theilweise einschließt. Das Zellgewebe des Eiweißkörpers enthält am gewöhnlichsten Eiweiß, Stärke oder Oel, Zucker u. a. m., Stoffe, die abgesehen von dem Nutzen, den sie uns darbieten, dazu bestimmt sind, dem Keime die, zu seiner ersten Weiterentwickelung erforderliche Nahrung zu liefern. Nicht selten sind jedoch diejenigen Pflanzen, deren Samen gar keinen Eiweißkörper enthalten, sondern nur aus dem Keim bestehen. Die Hüllen der Samenknospen erkennen wir am gereiften Samen wieder als Samenhäute in vielfach veränderter Form.

Betrachten wir eine Bohne, so läßt sich Vieles des seither Gesagten deutlich erkennen. Wir sehen die Stelle, an welcher die ursprüngliche Samenknospe angeheftet war, und beim Theilen der Bohne finden wir vom Eiweißkörper umgeben den Keim mit seinem Würzelchen und mit der von zwei Blättchen umgebenen Knospenspitze, die wohl auch Federchen genannt wird.

Der Keim unterscheidet sich von der gewöhnlichen am Stamm auftretenden Knospe hauptsächlich dadurch, daß ersterer eine zwar sehr verkürzte, aber doch vollkommene, mit einer Wurzel versehene selbstständige Pflanzenaxe ist, während die Ernährung der Knospe stets durch andere Pflanzentheile geschieht, so lange bis die kräftig gewordene Axe im Stande ist, Wurzeln zu treiben und durch diese Nahrung aus dem Boden aufzunehmen.

Indem nun der Keim sich entwickelt, beginnt er ein neues selbstständiges Pflanzenleben, das wieder jene ganze Reihe mannichfacher Gebilde hervorzubringen im Stande ist, deren Betrachtung wir erschöpft haben, und so trägt

die Pflanze, obgleich in ihrer Einzelheit ein vergängliches Wesen, dennoch in sich die Bedingung der ewigen Dauer.

Leben der Pflanzen.

(Pflanzenphysiologie.)

Die Lebenserscheinungen im Allgemeinen.

---

§. 78. Unter Leben verstehen wir die Gesammthätigkeit aller Organe der Pflanze und des Thieres und die daraus folgenden Erscheinungen.

Die Ursache jener Thätigkeiten ist die Lebenskraft. Es ist ungewiß, ob diese Kraft eine an und für sich bestehende, oder ob sie nur die Summe aller bekannten Naturkräfte ist, die unter besonderen Verhaltnissen und in eigenthümlicher gegenseitiger Beschränkung wirkend das hervorbringen, was wir der Lebenskraft zuschreiben.

Daß die aus der Physik und Chemie uns bekannten Kräfte, wie Anziehung und insbesondere die chemische Anziehung, an den Lebenserscheinungen den bedeutendsten Antheil nehmen, unterliegt keinem Zweifel. Es hat sich für die Forschung von ergiebigem Erfolg erwiesen, die Lebenserscheinungen so weit als möglich aus der Wirkung der uns bekannteren, allgemeinen Naturkräfte zu erklären und so wenig als möglich der Lebenskraft zuzuschreiben. Nur auf diese Weise wird es gelingen, die Lebenskraft, falls sie wirklich als besondere Kraft existirt, von der Mitwirkung anderer Kräfte getrennt aufzufassen und ihre Gesetze kennen zu lernen.

§. 79. Die Lebenskraft zeichnet sich vor Allem durch ihr Vermögen aus, die einfachen chemischen Stoffe in einer Weise anzuordnen und dadurch Gebilde hervorzubringen, wie uns dies durch Anwendung aller uns zu Gebote stehender Kräfte unmöglich ist und aller Wahrscheinlichkeit nach immer bleiben wird.

Wir können zwar alle chemischen Bestandtheile in den geeigneten Gewichtsverhältnissen zusammenbringen, wie sie z B. die Pflanzenfaser enthält, aber allein die Lebenskraft ist fähig, daraus eine Zelle oder ein Gefäß zu bilden.

§. 80. Als Grundwirkung der Lebenskraft erscheint ihr Vermögen, die pflanzliche oder thierische Zelle zu bilden und diese durch Aufnahme neuer Stoffe von außen durch sogenannte Nahrung nach allen Richtungen hin zu vermehren oder, mit anderen Worten, das Wachsthum derselben zu vermitteln.

Das Wachsen der durch die Lebenskraft hervorgerufenen Gebilde geht je-

doch weder dem Raume, noch der Zeit nach bis in's Unendliche. Nach Gesetzen und Nothwendigkeiten, über deren Ursprung wir nicht die geringste Vorstellung haben, erzeugt vielmehr die Lebenskraft eine unendliche Mannichfaltigkeit von Einzelwesen (Individuen), die in Form und Ausdehnung beschränkt sind.

Ist für irgend ein lebendes Individuum das seinen Bildungsgesetzen entsprechende Maaß erreicht, so hört, auch unter den günstigsten äußeren Bedingungen, die Weiterentwickelung auf. Die Thätigkeit der Lebenskraft hat gleichsam in fortwährend zunehmender Geschwindigkeit einen Punkt erreicht, von welchem an ihre Stärke fortwährend abnimmt, bis sie endlich gleich Null ist. Wir bezeichnen den Augenblick des Aufhörens der Lebenskraft als den Tod der Pflanzen und Thiere

Von dem Augenblicke an, wo der Tod eingetreten ist, gelten für die Leiche durchaus nur die Gesetze der allgemeinen Naturkräfte, und vor Allem ist es die chemische Anziehung, welche das erstorbene Gebilde der Lebenskraft zerstört und in eine Reihe chemischer Verbindungen zerfällt (Chemie §. 158).

§. 81. Die Mannichfaltigkeit der durch die Lebenskraft gebildeten Formen ist für die Erde eine beschränkte. So weit unsere Erfahrungen reichen, erzeugt sie stets nur wieder dieselbe Form, aus nämlichem Stoff, nach gleichem Gesetz.

Die Zahl der Individuen ist ebenfalls beschränkt durch die Bedingung ihrer Ernährung, sie ist jedoch eine ungeheuer große.

Der Umfang des einzelnen Gebildes der Lebenskraft ist im Verhältnisse zur Erdmasse verschwindend klein. Ihre Gesammtheit bedeckt jedoch den größten Theil der festen Erdrinde.

Die Zeit, welche diese lebendigen Gebilde zum Höhenpunkt ihrer Entwickelung erfordern, ist sehr ungleich. Während sie bei den einfachsten, nur aus einer Urzelle bestehenden Pflanzen und Thieren in einigen Stunden, oder gar noch weniger besteht, erreicht das Leben anderer eine Dauer von Tagen, Monaten Jahren, Jahrhunderten, ja wie bei mehreren Bäumen mit Gewißheit nachgewiesen ist, von Jahrtausenden.

§. 82. Als den zum Verstehen der Lebenserscheinungen wichtigsten Grundsatz müssen wir uns bemerken, daß die Lebenskraft nicht im Stande ist, auch nur das kleinste Theilchen eines ihrer Gebilde zu erzeugen. Ihr Vermögen beschränkt sich lediglich darauf, gegebene Stoffe umzubilden, ihnen die Form des Organisirten zu geben. Alle einfachen chemischen Stoffe, die wir deshalb als Bestandtheile des Körpers der Pflanzen und Thiere antreffen, sind niemals von diesem erzeugt, sondern sie sind von außen aufgenommen und durch die Lebenskraft zu einer bestimmten Form oder Verbindung vereinigt worden.

§. 83. Hinsichtlich ihres Vermögens, durch Aufnahme neuer Stoffe von außen das Wachsen ihrer Gebilde zu veranlassen, zeigt die Lebenskraft Uebereinstimmung mit jener Anziehungskraft, welche die Entstehung der Krystalle (Physik §. 19. Chemie §. 29) veranlaßt.

Die Gesetze, nach welchen das Wachsthum der organisirten und der unorganisirten Körper stattfindet, sind jedoch wesentlich verschieden. Denn während

wir in §. 5 der Mineralogie näher gezeigt haben, daß alle Krystalle in Formen sich ausbilden, die von ebenen Flächen, geradlinigen Kanten und von Ecken begränzt sind, erscheinen die Pflanzen und Thierkörper durchaus nur nach der Kugelgestalt ausgebildet, so daß wir bei denselben durchweg die runden Formen als herrschend antreffen. Es ist hierbei zu bemerken, daß die eckige Pflanzenzelle ursprünglich kugelig war und nur durch Druck diese Form verändert (§. 9).

Die Vergrößerung oder das Wachsthum des Krystalls geschieht ferner in der Weise, daß die von außen neu hinzutretenden Theile an den Umfang desselben sich anlegen und dabei nicht die geringste Veränderung erleiden. Pflanze und Thier nehmen die Nahrung in's Innere ihrer Masse auf und verändern dieselbe sowohl hinsichtlich der Form als der chemischen Zusammensetzung. Daher findet man häufig die Minerale als außenwachsende Körper unterschieden von den innenwachsenden organisirten Körpern.

Der Krystall ist nur in seiner Form, nicht aber in seiner Ausdehnung bestimmt, und er würde sich in's Unendliche vergrößern, wenn die hierzu erforderlichen Bedingungen gegeben wären.

Einflüsse der verschiedensten Art, die von außen auf den lebendigen Körper wirken, verändern oder stören die ursprüngliche (normale) Thätigkeit der Organe mehr oder weniger. Wir beobachten alsdann ein Abweichen von den gewöhnlichen Lebenserscheinungen und bezeichnen den also hervorgerufenen unnatürlichen Zustand als Krankheit. Sind jene Störungen beträchtlich oder von längerer Dauer, so führen sie in der Regel den Tod herbei.

Die Lebenserscheinungen der Pflanze.

§. 84. In dem Vorhergehenden haben wir die allgemeinsten Grundsätze kennen gelernt, die für das Leben sowohl der Pflanze als auch des Thieres gelten. Von den besonderen Lebenserscheinungen der Pflanzen haben wir im Verlauf der Darstellung ihrer besonderen Organe bereits vieles Einzelne mitgetheilt.

Weitere Ausführung bedarf jedoch hauptsächlich die Ernährung der Pflanzen, da ein Verständniß dieser von der größten Wichtigkeit für die künstliche Ernährung oder für den Anbau, die Cultur der Pflanze ist, durch welche das Bestehen vieler Millionen von Menschen und Thieren bedingt wird.

Ernährung der Pflanze.

§. 85. Zur richtigen Vorstellung über die Ernährung der Pflanze gelangen wir durch die Betrachtung ihrer Organe und deren Verrichtungen, sowie der von außen aufgenommenen Nahrungsmittel und ihrer Veränderung im Pflanzenkörper.

Was sind nun aber die Nahrungsmittel der Pflanze?

Diese Frage können wir nur mit Bestimmtheit dadurch beantworten, daß wir untersuchen, aus welchen chemisch einfachen Stoffen der Körper der Pflanze besteht. Denn da festgestellt ist (§. 82), daß dieselbe auch nicht das kleinste Theilchen ihrer Masse selbst erzeugen kann, so muß Alles, woraus sie besteht, von außen aufgenommen worden sein.

Wir haben aber in §. 7 gesehen, daß die Hauptmasse einer jeden Pflanze aus Zellgewebe und Gefäßen oder sogenannter Holzfaser besteht, daß wir als Inhalt der Zellen theils feste Substanzen, wie Stärke, Blattgrün, Harze, Salze finden, theils einen wässerigen Saft, der Zucker, Gummi, Schleim, Säuren, verbunden mit Metalloxyden, sodann Eiweiß rc. aufgelöst enthält, wozu in manchen Pflanzentheilen noch flüchtige und fette Oele hinzutreten.

Eine tägliche Erfahrung lehrt uns ferner, daß die Hauptmasse der Pflanze beim Verbrennen in luftförmige Verbindungen übergeht, daher verschwindet, und nur die nicht flüchtigen Metalloxyde und Salze als sogenannte Asche einen dem Gewichte nach höchst unbeträchtlichen Rückstand bilden.

Demnach wären wohl Stärke, Holzfaser, Zucker, Fette, Eiweiß u. s. w. die Nahrungsmittel der Pflanzen?

In der That, wäre dieses der Fall, so müßten der Boden, das Wasser und die Luft, worin die Pflanze ihr Leben zubringt, jene Körper enthalten, so daß die Pflanze dieselben einfach daraus nur aufzunehmen und am gehörigen Orte zu verwenden hätte.

Allein dies ist nicht der Fall. Nirgends treffen wir Holzfaser, Stärke, Zucker, Eiweiß u. s. w. an, als in der Pflanze selbst, und diese muß daher das Vermögen besitzen, dieselben zu bilden, sie aus einfachen chemischen Stoffen zusammenzusetzen.

Nahrungsmittel der Pflanze sind daher diejenigen einfachen chemischen Stoffe, aus welchen alle die verschiedenen Gebilde bestehen, welche die Gesammtmasse einer Pflanze ausmachen.

§. 86. Die Chemie lehrt uns aber in §. 116 u. a. m. die einfachen Stoffe kennen, aus welchen die Pflanzenstoffe gebildet sind. Es bestehen demnach aus:

Kohlenstoff und Wasserstoff:	die flüchtigen Oele;
Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff	die Pflanzensäuren, Holzfaser, Stärke, Gummi, Schleim, Zucker, Fette, Blattgrün, Harze, Farbestoffe;
Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff: . . .	die organischen Basen;
Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel:	das Pflanzeneiweiß, das Fibrin und Casein.

Alle diese Stoffe verbrennen bekanntlich vollständig, und wir nennen sie deshalb die verbrennlichen Bestandtheile der Pflanze im Gegensatz zu denjenigen, welche als Asche zurückbleiben und daher als die unverbrennlichen oder mineralischen Bestandtheile der Pflanze bezeichnet werden.

Untersuchen wir die Aschen der verschiedensten Pflanzen, so finden wir darin folgende

Säuren	und	Metalloxyde:
Kohlensäure,		Kali,
Kieselsäure (Kieselerde),		Natron,
Phosphorsäure,		Kalk,
Schwefelsäure,		Bittererde (Magnesia),
Salpetersäure		Thonerde,
		Eisenoxyd,
		Manganoxyd,

wozu noch Chlornatrium (Kochsalz), Chlorkalium und in den Seepflanzen Jodnatrium und Jodmagnesium gerechnet werden müssen.

Die durch gesperrte Schrift ausgezeichneten Metalloxyde und Säuren fehlen in keiner Asche und sind daher als wesentliche Bestandtheile der Pflanzen anzusehen, während die übrigen entweder nur in gewissen einzelnen Pflanzenarten, oder in so geringer Menge vorkommen, daß sie für das Bestehen der Pflanze als nothwendig nicht anzusehen sind.

Diese mineralischen Stoffe machen nicht ein bestimmtes Pflanzenorgan aus, sondern sie sind entweder aufgelös't in dem Safte der Zellen enthalten oder in Krystallform (§. 10) darin abgelagert. So z. B. enthalten die Zellen vieler Gräser an deren Blatträndern eine solche Menge kleiner harter Kieselerdekrystalle, daß sie schneiden wie ein Messer. Der Schachtelhalm verhält sich ähnlich und dient daher zum Abreiben (Poliren) des Holzes.

Kohlensaure Metalloxyde sind in der lebenden Pflanze nicht vorhanden. Die Kohlensäure entsteht erst beim Verbrennen derselben durch Zerstörung der organischen Säuren (Kleesäure, Weinsäure 2c.). Aehnlich verhält es sich mit einem Theile der Schwefelsäure und Phosphorsäure.

§. 87. Eine jede Pflanze stellt demnach ein abgeschlossenes Magazin oder ein Inventarium vor, das verschiedene einfache Stoffe in ungleichen Gewichtsverhältnissen enthält. Keiner dieser Stoffe kann innerhalb der Pflanze selbst erzeugt werden; die ganze Menge derselben muß daher von außen aufgenommen werden. Findet eine Pflanze in ihrer Umgebung diese zur Bildung ihrer Theile nothwendigen Stoffe nicht vor, so kann sie sich entweder gar nicht oder nur unvollkommen entwickeln.

Nicht alle Pflanzen enthalten dieselben Bestandtheile in gleichen Verhältnissen. Für eine bestimmte Pflanzengattung oder Art sind jedoch stets dieselben Bestandtheile in gewisser Menge erforderlich.

Ueberall bietet die Natur das zur Entwickelung der Pflanzen Erforderliche,

allein in sehr ungleicher Weise vertheilt. Die steilsten Felsen, die Sümpfe, der Flugsand, die Tiefe des Meeres, der Ackerboden, die Schutthaufen und das Gartenland, sie alle ernähren Pflanzen und bedecken sich damit. Allein diese Pflanzen sind nicht dieselben, sie sind so verschieden wie ihre Standorte.

Die künstliche Ernährung der Pflanzen, der Ackerbau (Agricultur), besteht nun darin, die äußeren Bedingungen zu erfüllen, damit eine gewisse Menge von Pflanzen, die für die Zwecke der Menschen von Werth sind, in ihrer Umgebung die zu ihrer Entwickelung nothwendigen Stoffe hinreichend vorfinden.

Es ist unmöglich, über diese äußeren Bedingungen des Pflanzenlebens eine klare Vorstellung zu haben, wenn man nicht auf's Genaueste die Bestandtheile der Pflanze und die Wege verfolgt und kennen gelernt hat, auf welche sie in dieselbe gelangen.

Wir werden in dem Folgenden zuerst die Aufnahme (Assimilation) der verbrennlichen Pflanzenbestandtheile und nachher die der mineralischen betrachten.

Aufnahme der verbrennlichen Pflanzenbestandtheile.

§. 88. Hierher gehören folgende einfache Stoffe:

1. Kohlenstoff. 2 Wasserstoff. 3. Sauerstoff. 4. Stickstoff. 5. Schwefel.

1. Aufnahme des Kohlenstoffs.

Der Kohlenstoff ist an und für sich ein im Wasser unlöslicher Körper und kann daher als solcher nicht von der Pflanze aufgenommen werden, da nach §. 11 die Zelle nur lösliche Stoffe aufzunehmen vermag. Aller Kohlenstoff, den wir in der Pflanze antreffen, ist in Form einer in Wasser auflöslichen Verbindung in die Pflanze getreten, und diese ist unter allen Umständen die Kohlensäure, welche nach §. 53 der Chemie aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht.

Wir betrachten daher die Kohlensäure als ein Hauptnahrungsmittel der Pflanze.

Wir haben uns nun die folgenden Fragen zur Beantwortung vorzulegen: Woher nimmt die Pflanze die ihr nothwendige Kohlensäure — auf welche Weise wird dieselbe aufgenommen — und wie wird sie in der Pflanze selbst verwendet? —

Die Beantwortung des ersten Punktes scheint nicht schwierig. In §. 165 der Chemie wurde gezeigt, daß der Boden eine Menge in Zersetzung begriffener Pflanzen- und Thierstoffe enthält, die als Humus bezeichnet werden. Das Hauptzersetzungsprodukt dieses Humus ist Kohlensäure; dieselbe ist in hohem Grade löslich in Wasser und kann daher mit dem von den Wurzeln aufgesaugten Wasser in die Pflanze gelangen. Diese Erklärung erscheint um so wahrscheinlicher, als wir in der Regel da, wo wir üppiges Pflanzenwachsthum an-

treffen, den Boden mit einer fußhohen Humusschicht bedeckt oder durch seinen Humusgehalt ganz schwarz gefärbt sehen. Auf den Grund dieser Beobachtungen ist denn der Humus als der Haupternährer der Pflanzenwelt erklärt worden.

Eine genauere und allgemeinere Betrachtung wird uns jedoch leicht die Ueberzeugung gewähren, daß diese Ansicht nicht die richtige ist, daß der Humus nicht die Ursache, sondern die Folge der Vegetation ist.

Die Entwickelungsgeschichte der Erde (Mineralogie §. 115) zeigt, daß dieselbe aus dem feurig flüssigen Zustande sich gestaltete, woraus folgt, daß die zuerst erhärtete Erdkruste unmöglich eine Humusschicht enthalten konnte. Woher nahm nun die erste Pflanzenwelt ihre Nahrung? In noch heutigen Tages kommt der Fall vor, daß ein durch vulkanische Thätigkeit aus dem Meere gehobener nackter Fels alsbald mit einer Vegetation sich überzieht, daß auf der glühend ausgeworfenen Lava, nachdem sie verwittert ist, ein üppiges Pflanzenwachsthum entsteht, daß auf Sandböden, die einen äußersten geringen Gehalt an organischen Stoffen enthalten, Wald und Wiesen mit dem besten Erfolg sich anlegen lassen, daß endlich Cactus und Hauswurz auf humusfreiem Gestein wachsen, daß wir Vergißmeinnicht, Kresse und Hyacinthen in reinem Wasser ziehen.

Noch auffallender erscheinen aber die folgenden Thatsachen: Wir sehen, daß Pflanzungen jeder Art, die auf humusarmem Boden angelegt werden, den Gehalt an Humus fortwährend vermehren. Es werden aus den Zucker- und Kaffeepflanzungen, von den Bananenfeldern jährlich viele Millionen Pfunde von Kohlenstoff in den Produkten der Aerndte hinweggeführt, ohne daß jener Boden hierfür den mindesten Ersatz, etwa durch Dünger erhält, und dennoch nimmt sein Humusgehalt nicht ab, sondern es findet eine Vermehrung desselben Statt. In dem Heu, das ein Morgen fruchtbarer Rieselwiese liefert, werden 2000 Pfund Kohlenstoff hinweggeführt, und obgleich dieses Jahr für Jahr geschieht, so macht sich doch keineswegs die Nothwendigkeit fühlbar, durch irgend eine Zufuhr diesen Kohlenstoff wieder zu ersetzen.

Aus dem seither Angeführten geht unwiderleglich hervor, daß der Humus unmöglich die ursprüngliche Quelle der Kohlensäure sein kann, wodurch die Pflanzen ernährt werden. Wir haben vielmehr als das Magazin, aus welchem diese ihr Hauptnahrungsmittel beziehen, die Atmosphäre zu betrachten. Dieselbe enthält zwar in 5000 Maaßtheilen nur zwei Maaß Kohlensäure, allein bei ihrem ungeheuren Umfang berechnet man ihren mittleren Gesammtgehalt an Kohlensäure auf 8440 Billionen Pfund, ein Vorrath, der mehr als ausreichend erscheint, um eine Vegetation zu ernähren, die sich über die ganze Oberfläche der Erde verbreitet.

Aus der Luft kann die Kohlensäure direkt durch die Spaltöffnungen der Blätter aufgenommen werden. Versuche haben gezeigt, daß einer kohlensäurehaltigen Luft ihr Gehalt an Kohlensäure entzogen wurde, als man sie durch einen Ballon leitete, der grüne Blätter oder Zweige enthielt. Der

Hauptbedarf von Kohlensäure wird jedoch, in Wasser gelöst, durch die Wurzeln der Pflanze zugeführt.

Die fortwährende Hinwegnahme von Kohlensäure aus der Luft müßte jedoch den Gehalt derselben alsbald merklich vermindern. Allein, wenn wir bedenken, daß durch das Athmen der Thiere, durch die Processe der Verbrennung und der Verwesung, und endlich durch die vulkanischen Ausströmungen fortwährend große Mengen von Kohlensäure der Atmosphäre wieder übergeben werden, so erklärt sich hieraus, daß ihr Gehalt an diesem Gas, soweit unsere Beobachtungen reichen, sich vollkommen gleich bleibt.

In der That sehen wir den Kohlenstoff in einem ewigen Kreislauf begriffen, bald durch die bildende Lebensthätigkeit zu den Gestaltungen der Pflanzen- und Thierkörper verwendet, bald wieder der formlosen Luftmasse zurückgegeben.

§. 89

Gehen wir nun zur Beantwortung der Frage über die Verwendung der Kohlensäure in der Pflanze selbst über, so herrscht die Ansicht, daß erstere eine Zersetzung erleidet, indem ihr Kohlenstoff von der Pflanze aufgenommen und ihr Sauerstoff durch die Blätter ausgeschieden wird.

Thatsache ist, daß die Blätter und die übrigen grünen, mit Spaltöffnungen versehenen Pflanzentheile, so lange sie der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt sind, Sauerstoff entwickeln. Es ist jedoch auch möglich, daß die Kohlensäure unverändert aufgenommen wird. Der ausgeschiedene Sauerstoff würde alsdann daher rühren, daß die Pflanze einen Theil des von ihr aufgesaugten Wassers zersetzt, so daß sie den Wasserstoff assimilirt und den Sauerstoff ausscheidet.

§. 90.

Obgleich oben gezeigt worden ist, daß der Humus das Produkt der Vegetation ist, so läßt sich doch andererseits nicht leugnen, daß das Vorhandensein desselben in einem Boden auf das Wachsthum der Pflanzen einen ungemein begünstigenden Einfluß äußert. Gerade daher ist die Ansicht entstanden und lange vertheidigt worden, daß der Humus das Hauptnahrungsmittel der Pflanzen sei. Allein dagegen spricht die oben erwähnte Thatsache, daß es ganz humusarme Böden giebt, die außerordentlich reiche Aerndten liefern, und daß der fast nur aus Humus bestehende Torf- und Moorboden eine ganz dürftige Vegetation zeigt.

Der Humus ist im Wasser ebenso unlöslich, als die Kohle, und kann daher als solcher von der Pflanze gar nicht aufgenommen werden. Wir haben seine unverkennbar günstige Wirkung auf das Pflanzenwachsthum in anderen Verhältnissen zu suchen. Erinnern wir uns, daß der Humus aus organischen, in Zersetzung begriffenen Resten besteht, so finden wir unter den durch seine Zersetzung gebildeten Produkten mehrere, die für sich oder in Verbindung mit Ammoniak im Wasser löslich sind, wie die Humussäure, Ulminsäure und Quellsäure, und auf diese Weise der Pflanze zugänglich werden. Endlich ist das letzte Zersetzungsprodukt alles Organischen, also auch des Humus, die Kohlensäure. Daher wird ein humusreicher Boden stets eine große Menge von Kohlensäure enthalten und das in ihn eindringende Wasser mit derselben gesättigt den Wurzeln der Pflanzen sich darbieten.

Noch wichtiger aber dürften einige weitere Eigenschaften des Humus sein und dessen Werth für die Bodenkultur erhöhen. Er besitzt nämlich das Vermögen, Wasser aus der Luft anzuziehen und dasselbe zurückzuhalten, in höherem Grade, als, mit Ausnahme der Thonerde, alle übrigen im Boden gewöhnlich vorkommenden Bestandtheile desselben. Die schwarze Farbe, die er dem Boden ertheilt, macht diesen für die Wärmestrahlen der Sonne bei weitem empfänglicher, als die heller gefärbten Bodenarten (Phys. §. 145), und außerdem trägt er zur Auflockerung der Ackerkrume bei, so daß sie dem Zutritt und Einfluß des atmosphärischen Sauerstoffs zugänglicher wird. Ueberdies ist die in humusreichem Boden überall vorgehende Verwesung von einer Wärme-Entwickelung begleitet, ähnlich wie dieses in so merklichem Grade der Dünger zeigt, der ja deshalb zur Anlegung der warmen Mistbeete angewendet wird.

So sehen wir den Humus als einen Vermittler der Pflanzen-Ernährung auftreten, indem er den Boden reicher macht an Wasser und Wärme, zweien für das Pflanzenleben so wichtigen Elementen. Mit Recht legt daher der Landwirth dem Humus großen Werth bei, und obwohl seine Menge im Boden schon einigermaßen durch die schwärzere Farbe desselben sich beurtheilen läßt, so erhält man doch ein genaueres Resultat, wenn man eine Probe der ausgetrockneten Erde ausglüht, wodurch der verbrennliche Humus zerstört wird und die mineralischen Bestandtheile zurückbleiben.

§. 91. Während der Nacht und im Dunkeln (in Kellern) findet keine Aufnahme und keine Ausscheidung von Sauerstoff durch die Blätter Statt. Durch den Abschluß des Lichtes erscheint überhaupt die ganze Lebensthätigkeit der Pflanze verändert. Sie kann in diesem Falle zwar neue Theile bilden, aber sie nimmt den Stoff dazu nicht von außen, sondern aus ihrer eigenen Masse, wie dies am deutlichsten bei den im Finstern Schößlinge treibenden Kartoffeln sich nachweisen läßt. Manche Pflanzenbestandtheile, wie das Blattgrün, der bittere Milchsaft und das reizende Oel der Cruciferen, bilden sich nur unter dem Einfluß des Lichtes. Die im Dunkeln wachsenden Pflanzen sind farblos, die inneren Blätter des Salates, der Endivie, des Weißkrautes sind gelblich oder weiß, und erstere haben keinen bitteren und letztere keinen beißenden Geschmack. Dagegen bilden sich bei mangelndem Lichte andere Stoffe in den Pflanzen, wie z. B. Zucker in dem Weißkraut und Solanin in den Keimlingen der Kartoffel.

Ueberdeckt man während der Nacht eine Pflanze mit einer Glasglocke, so enthält die dadurch abgeschlossene Luft am Morgen eine größere Menge von Kohlensäure als vorher. Es beruht dies wohl nur darauf, daß der Sauerstoff der die Pflanze umgebenden Luft einen oxydirenden Einfluß auf die Oberfläche derselben ausübt und so die Bildung von einer gewissen Menge von Kohlensäure veranlaßt, die bei verschiedenen Pflanzen höchst ungleich ist. Am größten ist sie bei solchen, welche in ihren Drüsen leicht oxydirbares flüchtiges Oel enthalten.

2. Aufnahme von Wasserstoff und Sauerstoff.

§. 92 Bei den meisten Pflanzentheilen, welche Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, stehen die Gewichtsmengen dieser beiden Körper zu einander im Verhältniß von 1 zu 8, wie dasselbe auch in der Zusammensetzung des Wassers stattfindet (Chemie §. 28).

Diese beiden Stoffe werden daher in der Form von Wasser, und zwar fast ausschließlich durch die Wurzel aufgenommen. Da jedoch manche Pflanzenstoffe, wie namentlich die flüchtigen Oele und die Harze, zwar Wasserstoff, aber entweder gar keinen Sauerstoff oder weniger enthalten, als obigem Verhältniß entspricht, so muß die Pflanze die Fähigkeit besitzen, auch einen Theil des von ihr aufgenommenen Wassers in seine Bestandtheile zu zerlegen. Der Wasserstoff wird in diesem Falle verwendet, der Sauerstoff durch die Blätter ausgeschieden.

Zur Entwickelung der Pflanze ist daher die Gegenwart von Wasser unumgänglich nothwendig. Dieselbe nimmt jedoch bei weitem mehr auf, als sie zur Vermehrung ihrer Masse verwendet. Dieser Ueberschuß wird durch die Blätter wieder verdunstet.

Die Blätter besitzen übrigens die Fähigkeit, dampfförmiges Wasser aufzunehmen, ohne welche der Thau nicht den vortheilhaften Einfluß haben würde, welchen er hervorbringt.

Auf das Verhältniß des Wassers zur Pflanze kommen wir bei der Aufnahme ihrer mineralischen Bestandtheile nochmals zurück.

3. Aufnahme des Stickstoffs.

§. 93 Die Pflanzen enthalten im Vergleich mit ihren übrigen Bestandtheilen nur eine geringe Menge von Stickstoff. Derselbe findet sich hauptsächlich in dem Zellsaft, besonders der jüngsten Theile und Triebe und in den Samen. In 2500 Pfund Heu sind 984 Pfd. Kohlenstoff, aber nur 32 Pfd. Stickstoff enthalten.

Obgleich die Blätter der Pflanze beständig von dem Stickstoff umgeben sind, welcher vier Fünftel der Luft ausmacht, so wird er doch nicht durch dieselben aufgenommen.

Allen Stickstoff, den wir in der Pflanze antreffen, hat dieselbe in Form einer chemischen Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff, die Ammoniak (Chemie §. 78) genannt wird, aufgenommen. Dieser durch seinen eigenthümlichen durchdringenden Geruch so sehr ausgezeichnete Körper ist in hohem Grade in Wasser löslich und gelangt mit dem durch die Wurzeln aufgesaugten Wasser in die Pflanze.

Die Atmosphäre ist ebenso die ursprüngliche Quelle des in den Pflanzen- und Thierkörpern enthaltenen Stickstoffs, wie dies bereits für den Kohlenstoff

angeführt worden ist. In dem rein mineralischen Boden gehören stickstoffhaltige Minerale zu den Seltenheiten, die wie z. B. der Chilisalpeter (Chemie §. 69) nur auf einzelne Gegenden beschränkt sind.

Die Atmosphäre enthält dagegen überall eine gewisse Menge von Ammoniak, die zwar so gering ist, daß sie nicht durch den Geruch merklich und auch dem Gewicht nach nicht bestimmbar ist, dessen Anwesenheit sich jedoch in jedem Regen- und Bachwasser nachweisen läßt. Die Ackererde, besonders die thon- und humusreiche, absorbirt begierig das Ammoniakgas, so daß dieser stickstoffhaltige Körper überall verbreitet und der Pflanze zugänglich ist.

Allerdings würde durch eine mächtige Vegetation und die von dieser ernährte Thierwelt der Ammoniakgehalt der Luft mit der Zeit eine Erschöpfung erleiden müssen. Allein gleich wie beim Verwesen der organischen Körper der Kohlenstoff wieder als Kohlensäure der Atmosphäre zurückgegeben wird, so ist auch das Ammoniak ein niemals fehlendes Zersetzungsprodukt der Verwesung und besonders reichlich liefern denselben die faulenden Thierstoffe (Dünger) aus dem einfachen Grunde, weil diese sehr viel Stickstoff enthalten. Einen weiteren Zuwachs an Ammoniak erhält die Atmosphäre überdies durch die Vulkane, welche jenes Gas in großer Menge ausströmen.

Aus dem Vorhergehenden erklärt sich die vortheilhafte Wirkung, welche auf das Pflanzenwachsthum durch solche Stoffe hervorgebracht wird, die entweder schon Ammoniak enthalten, wie verfaulter Dünger, Pfuhl, Gaswasser und Ammoniaksalze, oder die, in den Boden gebracht, allmälich sich zersetzen und dabei die Bildung von Ammoniak veranlassen, wie alle thierischen Abfälle, z. B. Hornspäne, Knochenmehl u. a. m.

4. Aufnahme des Schwefels.

§. 94. Der Schwefel ist in noch geringerer Menge in der Pflanze enthalten als der Stickstoff. Er fehlt jedoch niemals in dem Pflanzen-Eiweiß, im Fibrin und Caseïn, die nach §. 150 der Chemie ½ bis 2 p. c. Schwefel enthalten.

Aller Schwefel gelangt durch die Wurzel in die Pflanze, und zwar in Form von Schwefelsäure, die wir daher als ein Nahrungsmittel der Pflanze zu betrachten haben. Diese Säure wird in kleinen Mengen fast in jedem Boden angetroffen, und zwar vorzugsweise in Verbindung mit Kalk, als sogenannter Gyps. Dieses Salz ist in Wasser löslich und dadurch zur Aufnahme mit diesem geeignet. Es enthält ferner aller Dünger schwefelsaures Ammoniak, ein Salz, das wegen seines Gehaltes an Stickstoff und an Schwefel als ein vorzügliches Beförderungsmittel der Entwickelung derjenigen Pflanzentheile angesehen werden muß, welche diese Stoffe enthalten.

Aufnahme der mineralischen Pflanzenbestandtheile.

§. 95. Die mineralischen Bestandtheile der Pflanzen sind Verbindungen der Kieselsäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure mit Kali, Natron, Kalk und Bitter-

erde, und außerdem Chlornatrium und Chlorkalium. Als seltenere Stoffe sind Thonerde, Eisen- und Manganoxyd, Salpetersäure und Jod anzusehen.

Die Summe dieser unverbrennlichen Stoffe macht nur einen sehr geringen Theil vom Gewicht der Pflanze aus. 100 Pfd. der folgenden Pflanzenstoffe geben an Asche: Tannenholz $^{8}/_{10}$ Pfd.; Eichenholz $2^{1}/_{2}$ Pfd; Weizenstroh $4^{1}/_{2}$ Pfund; Lindenholz 5 Pfd.; Kartoffelkraut 15 Pfd.

Die verschiedenen Theile einer und derselben Pflanze enthalten ungleiche Mengen mineralischer Stoffe. In der Regel sind die Blätter, die Samen und die Rinde daran bei weitem reicher, als Stamm und Wurzel. Es geben Asche: 100 Pfd. Tannennadeln 8 Pfd.; Eichenrinde und Eichenlaub 8 bis 9 Pfd.

Aber nicht allein die Menge der von verschiedenen Pflanzen gelieferten Asche ist ungleich, sondern auch die Zusammensetzung dieser selbst, wie die Analysen einiger Aschen zeigen:

	Es enthalten 100 Theile der Asche von		Kali- und Natronsalze	Kalk- und Bittererdesalze	Kieselsäure
1.	Weizen-	Stroh	22 . 00	7 . 00	61 . 00
2.		Körner	47 . 00	44 . 50	0 . 5
3.	Gersten-	Stroh	20 . 00	20 . 20	57 . 0
4.		Körner	29 . 00	32 . 5	35 . 5
5.	Erbsenstroh		27 . 82	63 74	7 . 81
6.	Klee		39 . 20	56 . 00	4 . 90
7.	Kartoffel-	Kraut	4 . 20	59 . 40	36 . 40
8.		Knollen	85 . 81	14 . 19	0 . [illegible]
9.	Runkelrüben		88 . 00	12 . 00	[illegible]
10.	Weiße Rüben		81 . 60	18 . 40	0 . [illegible]

Die vorstehende Tafel läßt aufs Deutlichste erkennen, welche Unterschiede in den Aschen verschiedener Pflanzen und selbst bei einer und derselben Pflanze in ihren verschiedenen Theilen stattfindet, denn während die Asche des Erbsenstrohes 63% Kalksalze enthält, hat die des Weizenstrohes nur 7%, und die Weizenkörner enthalten wieder 44%. Wir schließen daraus mit großer Sicherheit, daß jede Pflanze zu ihrer Ausbildung bestimmte mineralische Stoffe in gewisser Menge nöthig hat.

Diese Stoffe werden, in Wasser aufgelöst, nur durch die Wurzeln aufgenommen.

Enthält der Boden dieselben gar nicht, oder in unzureichender Menge, so werden diejenigen Pflanzentheile, welche derselben bedürfen, gar nicht oder nur unvollkommen ausgebildet.

Genaue Versuche haben dieses vollkommen bestätigt. In reinem Quarz-

sande keimen und wachsen z. B. Erbsenpflanzen, allein sie entwickeln keine Samen, was der Fall ist, wenn man jenem Sande Kalk- und Kalisalze zusetzt

§. 96. Während wir die Kohlensäure, das Wasser und das Ammoniak, welche den Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff der Pflanze liefern, überall in hinreichender Menge verbreitet finden, herrscht eine bei weitem größere Ungleichmäßigkeit hinsichtlich der mineralischen Bestandtheile.

Der Boden oder die Ackererde ist, wie wir aus der Mineralogie ersehen, nichts Anderes als verwittertes Gestein. Es hängt daher ganz von dessen Natur ab, welche Bestandtheile der Boden enthält. Reiner Kalkstein oder Quarz würden beim Verwittern Böden liefern, die nur Kalk oder Kieselerde enthalten und daher keiner Pflanze das erforderliche Kali geben könnten. Die gemengten Felsarten dagegen, wie namentlich der Granit, Basalt, Porphyr, Thonschiefer, die Grauwacke, Lava und andere mehr, enthalten alle die in der Pflanzenasche vorkommenden Metalloxyde und geben daher vorzugsweise fruchtbare Bodenarten. (Vergl. Mineralogie §. 84 bis 104.)

§. 97. In den Körnern der Getreidearten und in den meisten anderen Samen sind der Kalk und die Bittererde stets verbunden mit Phosphorsäure. Es enthalten 100 Pfd. Asche von: Weizenkörnern 45 Pfd.; von gelben Kocherbsen 34 Pfd. Phosphorsäure. Die Phosphorsäure findet sich ursprünglich in Verbindung mit Kalk als Mineral, den Apatit (Min. §. 36) bildend. Durch die Pflanzen wird der phosphorsaure Kalk in ihre Samen aufgenommen, und indem der Mensch und die Thiere dieselben verzehren, erhalten sie die zur Bildung der Knochen (Chemie §. 51) erforderliche Masse.

§. 98. In vielen Pflanzen herrscht einer der mineralischen Bestandtheile gegen die übrigen besonders vor. So nach §. 95 die Kieselsäure im Weizen, der Kalk in den Erbsen, das Kali in den Wurzelgewächsen.

Man kann hiernach die Pflanzen in Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen unterscheiden.

Zu den Kalipflanzen gehören der Wermuth, die Melde, die Runkelrübe, die weiße Rübe, der Mais.

Kalkpflanzen sind die Flechten, der Cactus, der Klee, die Bohnen, die Erbsen, der Taback.

Kieselpflanzen sind der Weizen, Hafer, Roggen, Gerste, überhaupt Getreide und Gräser, sodann Heidekraut, Pfriemenkraut oder Ginster, das Heidekorn, die Akazie.

Bei weitem die meisten Pflanzen gehören nach den Bestandtheilen ihres Samens zu der einen, und nach denen ihres Stengels zu einer anderen Abtheilung, und solche Pflanzen sind im Allgemeinen einer größeren Verbreitung fähig.

§. 99. Nachdem wir die Bedeutung der mineralischen Bestandtheile für die Pflanze kennen gelernt haben, wird auch das vereinzelte Auftreten mancher Pflanzen an bestimmten Orten erklärlich sein. So z. B. findet man den wilden Sellerie und die sogenannten Salzpflanzen (Salsola) nur in der Nähe des Meeres oder von Salinen, weil sie eine beträchtliche Menge von Natron bedürfen, die

sie anderwärts nicht finden. Der Borasch und der Stechapfel erscheinen immer nur in der Nähe der bewohnten Orte, denn beide Pflanzen haben Salpeter nöthig, der sich nur aus den verwesenden Abfällen der Menschen und Thiere bildet (Chemie §. 69).

Ebenso fehlen einzelne Pflanzen in manchen Gegenden gänzlich, die dicht neben diesen in anderem Boden in Menge vorkommen. In dem Thonboden der Rheinpfalz sucht man vergeblich das honigreiche Heidekraut und die gelbe Ginster, die nur einige Stunden davon entfernt, in den Thälern des Haardtgebirgs und des Odenwaldes den Boden ganzer Wälder und Bergabhänge bedecken.

Für den mit diesen Verhältnissen Vertrauten giebt das Erscheinen und Fehlen solcher charakteristischer Pflanzen den sichersten Aufschluß über die Beschaffenheit des Bodens, ohne daß er eine Untersuchung desselben zu machen hat.

§. 100. Das Vorhandensein von Wasser ist nothwendig nicht allein, um den Pflanzen Kohlensäure und Ammoniak zuzuführen, sondern auch um die mineralischen Stoffe aufzulösen und so den Wurzeln aufnehmbar zu machen.

Ohne die hinreichende Wassermenge ist daher kein Pflanzenwachsthum denkbar. Ein Boden mag Ueberfluß haben an Humus, Ammoniak und Salzen, alles dies ist ein verschlossener Schatz ohne die lösende Kraft des Wassers.

Die Fähigkeit des Bodens, das Wasser aufzunehmen und längere Zeit zurückzuhalten, ist abhängig von dem Gehalte desselben an Thon (Min. §. 49).

Allzu viel Thon ist jedoch dem Boden nicht minder nachtheilig, als der Mangel desselben. In jenem Falle ist der Boden beständig naß, zusammenhängend und der Luft unzugänglich und beim Austrocknen hart und undurchdringlich für die Wurzeln. Nur die schneidenden Riedgräser und Binsen kommen auf dem reineren Thonboden kümmerlich fort, und werden als Thonpflanzen bezeichnet.

Dünger.

§. 101. Nach angestellten Versuchen werden einem Felde von 4 Morgen (= 10,000 □Meter, Physik §. 7) durch eine Weizenärndte entzogen: 130 Pfd. Kalisalze, 67 Pfd. Kalksalze und 260 Pfd. Kieselerde, zusammen 357 Pfd mineralische Bestandtheile. Darunter sind 112 Pfd. phosphorsaure Salze. Wiederholen wir auf einem und demselben Felde eine Reihe von Jahren hinter einander dieselbe Aerndte, so ist es offenbar, daß demselben sehr bedeutende Mengen jener mineralischen Stoffe entzogen werden, daß die Oberfläche des Bodens an denselben fortwährend ärmer werden muß.

In der That, nach wenig Jahren nimmt der Ertrag unserer Aerndten mehr und mehr ab und lohnt alsbald nicht mehr die Aussaat. Die Ursache hiervon liegt darin, daß die Pflanze nicht mehr jene mineralischen Stoffe in hinreichender Menge vorfindet, die sie zu ihrer vollkommenen Ausbildung bedarf.

Wollen wir fortwährend ärndten, so müssen wir Sorge tragen, dem Boden

wieder so viel an mineralischen Stoffen zurückzugeben, als wir demselben nehmen. Dies geschieht durch den **Dünger**.

Die Abfälle der Menschen und Thiere enthalten phosphorsaure und schwefelsaure Salze; auf das Feld gebracht, setzen sie dieses wieder in den Stand, Pflanzen zu ernähren. Sie wirken ferner noch nützlich, indem sie beim Verwesen Kohlensäure und Ammoniak liefern.

Es ist klar, daß eine Menge von Substanzen als Dünger verwendbar sind, auch wenn sie nicht in der Form thierischer Abfälle uns zu Gebote stehen.

Gyps, gemahlene Knochen, Holzasche, Torf- und Steinkohlenasche, ausgelaugte Asche, gebrannter Kalk, ammoniakhaltige Abfälle aus verschiedenen Fabriken, alle diese Substanzen sind als Dünger vom größten Werth zu betrachten.

Je genauer wir die Bestandtheile des Bodens kennen, desto zweckmäßiger wird die Wahl des Düngers ausfallen. Man wird sich begnügen, jedem Boden nur das Fehlende zu ertheilen, und oft mit einigen Säcken voll düngender Substanz dasselbe ausrichten, wozu ebenso viele Wagen voll unpassenden Düngers nöthig waren.

In dieser Beziehung haben sich seither zwei Stoffe von auffallend günstiger Wirkung erwiesen, indem sie, in verhältnißmäßig geringer Menge auf den Acker gestreut, die Ertragfähigkeit desselben ungemein erhöhen. Es sind diese der Gyps und das Knochenmehl.

Die Wirkung des Gypses ist so auffallend, daß **Franklin**, der das Verfahren, die Felder und Wiesen mit Gyps zu bestreuen, in Europa kennen lernte, dasselbe nach Amerika zu verbreiten suchte. Er fand jedoch bei seinen Landsleuten wenig Bereitwilligkeit, denn Niemand glaubte an die versprochenen Wunder, welche ein Sack voll Gyps auf ein Feld ausüben sollte. Da streute denn Franklin in großen Buchstaben auf ein Feld am Bergabhange die Worte hin: »**Wirkung des Gypses**«. Das üppige Wachsthum der Pflanzen an den bestreuten Stellen machte bald den Werth dieses neuen Dungmittels jedem Vorübergehenden in's Auge fallend, und es bedurfte nun zu seiner Anwendung keiner weiteren Empfehlung.

Der Gyps besteht aus Schwefelsäure und Kalk (Chemie §. 61). Er enthält demnach Schwefel und Kalk, zwei Stoffe, die als wesentliche Bestandtheile vieler Pflanzen angeführt worden sind.

Ueber die Wirkung des Gypses herrschen verschiedene Ansichten; theils schreibt man sie seinem Gehalt an Schwefel zu, theils seinem Verhalten gegen das im Boden befindliche kohlensaure Ammoniak. Er zersetzt sich mit diesem in schwefelsaures Ammoniak und in kohlensauren Kalk; ersteres ist wenig flüchtig und wird daher mehr im Boden zurückgehalten, als dies bei dem sonst leicht in die Atmosphäre entweichenden Ammoniak der Fall ist. Der kohlensaure Kalk kann in kohlensäurehaltigem Wasser gelöst in die Pflanzen übergehen. Endlich wird die Wirksamkeit des Gypses einfach aus seinem Kalkgehalt hergeleitet, da er sich den Kalkpflanzen, und insbesondere dem Klee so

förderlich erweist. Seiner leichten Vertheilbarkeit als feines Pulver, seiner Löslichkeit im Wasser wird sein Vorzug vor anderen im Boden vorkommenden Kalkverbindungen zugeschrieben. Es ist möglich, daß alle diese Ursachen zusammenwirken.

Der Einfluß der Düngung mit Knochenmehl, besonders auf den höheren Ertrag der Waizenärndten ist außerordentlich günstig. Der Stickstoffgehalt der Knochengallerte (Seite 326), die Anwesenheit der Phosphorsäure und des Kalkes, diesen Bestandtheilen der Weizenasche (Seite 489) machen diese Wirkung der Knochen erklärlich. Dieselbe ist um so vortheilhafter, je feiner die Knochen zermahlen sind. Noch gesteigert wird die Wirkung, wenn das Knochenmehl mit Schwefelsäure angerührt verwendet wird.

Es ist in hohem Grade zu bedauern, daß die deutsche Landwirthschaft dem Werthe der Knochen als Dünger noch lange nicht die gehörige Beachtung beilegt. Wäre dieses der Fall, so würden nicht viele Tausende Centner von Knochen in ganzen Schiffsladungen nach Holland und England jährlich ausgeführt werden. Der Ertrag der Felder in England hat sich seit der Einfuhr der Knochen und Oelkuchen auf das Doppelte erhöht.

Als ein Düngmittel von vorzüglichem Werthe, wegen seines Gehaltes an Stickstoff und Phosphorsäure werden in neuerer Zeit die Oelkuchen in Anwendung gebracht.

Brache.

§. 102 Ein durch Aerndten erschöpfter Boden erreicht auch ohne Dünger seine Ertragsfähigkeit wieder, wenn wir ihn mehr oder weniger lange Zeit unbebaut sich selbst überlassen. Dieses Verfahren, die Brache genannt, ist in manchen, weniger bevölkerten Gegenden so üblich, daß dort niemals gedüngt wird.

Diese auffallende Erscheinung erklärt sich daraus, daß während der Brachzeit die Luft und das Wasser unausgesetzt auf den Boden einwirken und fortwährend eine weitere Verwitterung desselben verursachen. Dadurch werden dessen lösliche mineralische Bestandtheile wieder in hinreichender Menge für eine künftige Aerndte den Pflanzenwurzeln zugänglich. Zur besseren Verständigung dessen muß man sich erinnern, daß die meisten der von der Pflanze aufgenommenen Salze in Wasser sehr schwer löslich sind, und daher eine ziemliche Zeit erfordert wird, bis das in den Boden gedrungene Wasser damit sich gesättigt hat. Ein brach liegender Boden bedeckt sich bald mit Unkraut, wodurch die Feuchtigkeit mehr in demselben zurückgehalten und der Humusgehalt vermehrt wird.

Nur die hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung allergünstigsten Bodenarten, wie z. B. die verwitterte Lava, erträgt unausgesetzte Aerndten, ohne Dünger und Brache.

Wechselwirthschaft.

§. 103. In §. 95 haben wir gesehen, daß verschiedene Pflanzengattungen dem Bo-

den nicht allein verschiedene mineralische Stoffe, sondern auch, daß sie dieselben Stoffe in höchst ungleicher Menge entziehen. Während einem Felde von 4 Morgen durch eine Weizenärndte 112 Pfd. phosphorsaurer Salze entzogen, werden, nimmt eine Rübenärndte nur 38 Pfd. aus demselben hinweg. Offenbar kann dieses Feld drei Rübenärndten hervorbringen und wird dadurch nicht mehr erschöpft, als durch eine einzige Weizenärndte.

Hieraus erklärt sich, daß ein Boden, der für eine gewisse Pflanzengattung erschöpft ist, für eine zweite und dritte noch ertragsfähig sein kann. Nach Weizen können ohne frische Düngung ganz vortheilhaft Klee oder Kartoffeln gebaut werden, denn diese erfordern nur sehr wenig phosphorsaure Salze zu ihrer Ausbildung.

Welche Reihenfolge hierin einzuhalten sei, läßt sich im Allgemeinen nicht bestimmen, sondern richtet sich durchaus nach der Bodenart eines jeden Ortes. Eine gut geregelte Wechselwirthschaft erträgt nach einmaliger Düngung fünf bis sieben Aerndten und macht die Brache unnöthig, die ohnehin bei unserer dicht bedrängten Bevölkerung ganz unausführbar wäre.

Ackerbau.

§. 104. Eine ausführlichere Darstellung dieses für das Bestehen des menschlichen Geschlechtes allerwichtigsten Industriezweiges würde die Gränzen dieses Buches weit überschreiten. Allein das, was seither über den Bau und die Verrichtung der Organe, sowie über Bestandtheile und die Ernährung der Pflanze mitgetheilt worden ist, wird dazu dienen, die Wichtigkeit der wissenschaftlichen Betrachtung des Ackerbaues hervorzuheben.

Es ist gewiß, daß in dem ergiebigen Ackerbau das Wohl eines Volkes sicherer gegründet ist, als durch die Blüthe eines jedes anderen Gewerbes. Wenn der Kaiser von China jährlich einmal die Hand an den Pflug legt, und der herrliche Kaiser Joseph auf seiner Reise durch Böhmen eigenhändig eine Furche zog, so sind diese Handlungen nur ein Ausdruck der Anerkennung der Wichtigkeit des Ackerbaues.

Nicht minder bezeichnend für die kulturgeschichtliche Bedeutung des Ackerbaues erscheint im Alterthum als mythische Gottheit zugleich des Ackerbaues und der Gesittung die Ceres —

»Die Bezähmerin wilder Sitten,
Die den Menschen zum Menschen gesellt.«

Einfach und rührend endlich sind die treffenden Worte, mit welchen ein Häuptling der nordamerikanischen Rothhäute seinem Stamm den Ackerbau als einziges Mittel der Erhaltung gegenüber dem Vordringen der weißen Bevölkerung anempfiehlt.

»Seht ihr nicht, daß die Weißen von Körnern, wir aber von Fleisch leben? Daß das Fleisch mehr als 30 Monden braucht, um heranzuwachsen, und oft selten ist. Daß jedes der wunderbaren Körner, die sie in die Erde streuen, ihnen

mehr als tausendfältig zurückgiebt? Daß das Fleisch, wovon wir leben, vier Beine hat zum Fortlaufen, wir aber deren nur zwei besitzen, um es zu haschen? Daß die Körner da, wo die weißen Männer sie hinsäen, bleiben und wachsen? Daß der Winter, der für uns die Zeit unserer mühsamen Jagden, ihnen die Zeit der Ruhe ist? Darum haben sie so viele Kinder und leben länger als wir. Ich sage also Jedem, der mich hören will, bevor die Cedern unseres Dorfes vor Alter werden abgestorben sein und die Ahornbäume des Thales aufhören uns Zucker zu geben, wird das Geschlecht der kleinen Kornsäer das Geschlecht der Fleischesser vertilgt haben, wofern diese Jäger sich nicht entschließen, zu säen!«

§. 105. Die Pflanze belohnt auf das Entsprechendste jede ihr gewidmete Aufmerksamkeit, jedes ihr gebrachte Opfer. Man vergleiche die erbsengroßen Knöllchen der wilden Kartoffel in den Gebirgen Mexicos mit den Riesenknollen unseres Kulturlandes, die federkieldicke wilde gelbe Rübe und Cichorie mit den zuckerreichen saftigen angebauten Wurzeln derselben, den kleinen sauren Holzapfel mit dem Reichthum köstlicher, durch die Kultur veredelter Apfelsorten.

Wir können uns nicht versagen, in dem Folgenden einen Beweis der Vortheile mitzutheilen, welche namentlich die Obstbäume ihren Pflegern erweisen. In Wallerstädten, einem kleinem Dorfe bei Darmstadt, blieb im siebenjährigen Kriege ein französischer Soldat krank und elend liegen. Menschenfreundliche Bauern pflegten ihn, er gesundete, und aus Anhänglichkeit an seine Wohlthäter entschloß er sich, bei denselben zu bleiben und mit seiner Hände Arbeit sich zu ernähren. Da man ihm die Obhut der Heerde anvertraute, so bemerkte er bald, daß auf der großen Trift, welche das Vieh beweidete, Raum genug sei für manchen nützlichen Baum. Dies bestimmte ihn, zur Zeit, wo die Heerde eingestellt war, eine Wanderung in seine Heimath anzutreten, und auf seinem Rücken trug er von dort eine Anzahl junger Stämmchen von edlen Obstsorten heraus. Mehrmals wiederholte er diese Reise und bepflanzte nach und nach die ganze Trift mit Bäumen, die jetzt einen herrlichen Obstwald bilden, jedes Jahr eine bedeutende Summe eintragen und eine Quelle des Wohlstandes für die ganze Gemeinde sind.

Schmarotzer (Parasite).

§. 106. Merkwürdig ist es, daß manche Pflanzen nicht in der Erde, sondern auf anderen Pflanzen wurzeln. Diejenigen sind in der Regel mit dem Bastheil der Rinde des Stammes verwachsen, auf welchem sie angetroffen werden. Offenbar nehmen die Schmarotzer einen Theil der von ihrem Ernährer eingesaugten Stoffe hinweg und beeinträchtigen dadurch dessen Wachsthum. Der bekannteste Schmarotzer ist der Mistel, der auf Obst- und Waldbäumen häufig vorkommt, und aus dessen weißen, schleimigen Beeren der Vogelleim bereitet wird. Manche Schmarotzer entwickeln sich auch auf den Wurzeln anderer Pflanzen, wie namentlich die Sommerwurz (Orobranche), Schuppenwurz (Lathraea), und das Fichten-Ohnblatt (Monotropa). Auf dem Lein und Thymian erscheint in manchen Jahren besonders häufig die Flachsseide (Cuscuta) als ein zierlicher Schmarotzer.

Lebensdauer der Pflanzen.

§. 107. Während die zum Theil nur durch Vergrößerung sichtbaren Pilz- und Schimmelgebilde nur einige Stunden zu ihrer Entwickelung brauchen und dann absterben, sind für manche Schwämme hierzu mehrere Tage oder Wochen erforderlich. In §. 81 haben wir jedoch gesehen, daß die Lebensdauer bei den vollkommneren Pflanzen eine größere ist. Abgesehen von den ein- und zweijährigen, erreichen die ausdauernden Pflanzen ein merkwürdig hohes Alter.

Aus den Jahrringen mehrerer Bäume hat man mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß dieselben mehr als 2000 Jahre alt waren und dennoch fortwährend neue Zweige entwickelten; ja man schätzt das Alter der an den Ufern des Senegal angetroffenen Affenbrotbäume auf 6000 Jahre!

Einem hohen Alter entspricht in der Regel auch ein bedeutender Umfang der Pflanze. Während unsere Rothtanne eine Höhe von 160 bis 190 Fuß und einen Durchmesser von 6 Fuß erreicht, giebt es Palmen, die, ohne dicker zu sein, 250 Fuß hoch werden. Ja manche Schlingpflanzen Südamerikas, mit nur zolldickem Stengel, haben dabei eine Länge von mehr als 1500 Fuß. Auf dem Aetna stehen einige alte Kastanienbäume, deren Umfang 60 bis 80 Fuß beträgt. Der Lutherbaum bei Worms, eine Rüster, ist 116 Fuß hoch und hat 35 Fuß im Umfang. Sein Alter mag wohl 600 bis 800 Jahre betragen. Der erwähnte Affenbrotbaum erreicht bei einer Höhe von nur 60 bis 80 Fuß eine Dicke von 27 Fuß im Durchmesser.

Auch die Lebensdauer und Keimfähigkeit der Samen ist höchst ungleich. Bei vielen ist sie schon im ersten Jahre erloschen. Man hat jedoch Gerste zum Keimen gebracht, die zur Zeit der Einfälle der Araber in Frankreich, also vor etwa 600 Jahren vergraben wurde, ja solche, die aus den Gräbern der Pyramiden Aegyptens genommen und folglich mindestens 2000 Jahre alt war.

Verbreitung der Pflanzen.

§. 108. Die Oberfläche der Erde ist in sehr ungleicher Weise mit Pflanzen versehen. Während nach den beiden Polen hin die Mannichfaltigkeit und die Stärke der Pflanzen fortwährend abnimmt, so daß die Tanne nur noch als verkrüppelter Strauch sich findet, sodann nur noch Moose und Flechten sich erhalten und endlich im ewigen Schnee und Eis alles Leben erstarrt, sehen wir nach dem Aequator hin die Pflanzenwelt in größtem Reichthum und in der vollkommensten Entwickelung prachtvoller Blüthen, ungeheurer Blätter und gewürzreicher Früchte auftreten.

Bei weitem die meisten Pflanzen sind an ganz bestimmte Gränzen gebunden, innerhalb welcher die Bedingungen ihres Gedeihens gegeben sind. So las-

sen sich Linien um die Erde gelegt denken, welche die Gränze für den Oelbaum, für den Weinstock und andere mehr bezeichnen. Dieselben sind durchaus nicht parallel mit dem Aequator verlaufend, denn schon in der Physik §. 150 haben wir gesehen, welche örtliche Einflüsse die mittlere Temperatur einer Gegend verändern können.

So dauern in dem gleichmäßigeren Klima Englands manche Pflanzen der Südseeinseln im Freien aus, die in Deutschland erfrieren, während die Traube und Kirsche in England nicht reifen, da beide eine Hitze verlangen, die jenes vom Meere gekühlte Inselland nicht erreicht.

Hohe Gebirge der warmen Länder vereinigen in ihren verschiedenen Höhen die Pflanzen der ungleichsten Klimate. Während ihr Fuß in Palmen- oder Orangenhainen steht, ist der kahle Scheitel mit Flechten und mit ewigem Eise bedeckt.

§. 109 Für die Verbreitung der Pflanze innerhalb ihrer natürlichen Gränzen hat die Natur auf mannichfache Weise Sorge getragen. Sie hat die Samen theils mit Federkrönchen versehen, daß der Wind weithin sie fortträgt, oder mit Häkchen, daß sie an den Thieren hängend verbreitet werden. Die Vögel, die pflanzenfressenden Thiere, die Bäche und Flüsse, ja selbst das Meer verpflanzen vielfach den Samen weiter.

Nichts destoweniger ist uns die Pflanzenwelt Amerikas und Australiens erst durch die kühnen Entdecker jener Länder aufgeschlossen worden, und noch jedes Jahr bringt uns neue Pflanzen, von welchen manche, die anfänglich nur mit besonderem Schutze zu erhalten sind, allmälig an unser Klima sich gewöhnen und selbst verwildern, wie z. B. die schöne gelbe Nachtkerze (Oenothera), die im Jahre 1614 zuerst nach Europa kam und jetzt an allen Rainen blüht, und das kanadische Flöhkraut (Erigeron), welches erst nach der Entdeckung Amerikas zufällig mit Roggen herüberkam und jetzt das gemeinste Unkraut unserer Felder ist.

Zu bemerken ist noch, daß man unter der Flora eines Landes oder einer Gegend die daselbst wildwachsenden Pflanzen versteht.

III. Eintheilung der Pflanzen.
(Systemkunde.)

§. 110. Es ist jetzt unsere Aufgabe, die große Masse der Pflanzen zu unterscheiden und einzutheilen. Daß man sich hierbei an sehr bestimmte und bleibende Merkmale halten muß, leuchtet von selbst ein. Denn wollte man die Pflanzen etwa nach ihrer Größe in Kräuter, Sträucher und Bäume eintheilen, so müßte man z. B. die Weide zu jeder dieser Abtheilungen rechnen, da sie auf Gebirgen krautartig erscheint, und in der Ebene bald als Strauch, bald als Baum.

Die gegenwärtig allgemein geltende Eintheilung der Pflanzen verdanken wir Linné, einem Schweden, der 1707 geboren wurde, und der stets eine der ersten Stellen unter den ausgezeichnetsten Naturforschern einnehmen wird.

Bei der Betrachtung der Pflanzen verfolgte Linné zwei verschiedene Wege. Einmal nahm er nur auf gewisse Unterschiede in Einzelheiten Rücksicht, namentlich auf die der Blüthentheile, und bildete danach verschiedene Klassen und Ordnungen.

Da diese Eintheilung gleichsam etwas Künstliches hat, so wurde sie das künstliche oder Linné'sche System genannt.

Außerdem stellte jedoch Linné die Pflanzen auch nach ihrer Gesammterscheinung, nach gewissen allgemeinen Aehnlichkeiten, gleichsam in natürliche Familien zusammen. Dieses System ist später von Jussieu, einem Genfer, weiter ausgebildet worden und wird als sogenanntes natürliches System bezeichnet.

§. 111. Diejenigen Pflanzen, welche in allen wesentlichen und unveränderlichen Merkmalen übereinstimmen, gehören zu einer Art.

Pflanzenarten, die eine gewisse Uebereinstimmung, namentlich in ihren Fruchtbildungstheilen zeigen, bilden eine Gattung oder ein Geschlecht.

Alle zu einem Geschlecht gehörigen Pflanzen erhalten dessen allgemeinen Geschlechtsnamen und sodann einen Beinamen, welcher die Art bestimmt. So haben wir das Geschlecht Viola, Veilchen, welches die Arten Viola odorata, wohlriechendes Veilchen, V. tricolor, das dreifarbige oder Stiefmütterchen, V. canina, das Hundsveilchen und andere mehr enthält.

Eine Mittheilung der lateinischen Namen bei der Beschreibung der Pflanzen ist darum nothwendig, weil dieselbe Pflanze nicht nur in verschiedenen Ländern, sondern selbst in jedem Lande, ja in jeder Provinz oft die verschiedensten Namen hat, so daß eine allgemeine Verständigung unmöglich wäre.

Gattungen von gewisser Aehnlichkeit stellen die **Familien** dar. Man nennt die Pflanzen derselben **verwandt**, eben wegen ihrer Aehnlichkeit, und verwechselt dies nicht mit der Verwandtschaft der Chemie, die gerade zwischen denjenigen Körpern am größten ist, welche die geringste Aehnlichkeit haben.

Die Sonnenblume, das Gänseblümchen, die Aster und die Dahlie sind z. B. Pflanzen verschiedener Gattungen, welche jedoch einer und derselben Familie angehören.

Daß endlich alle Pflanzen wieder in drei Hauptgruppen, in Akotylen, Monokotylen und Dykotylen zerfallen, wurde bereits im §. 28 gezeigt.

Am lebendigsten werden diese Begriffe nur durch die Anschauung und durch das fleißige Sammeln und Bestimmen und Ordnen der Pflanzen.

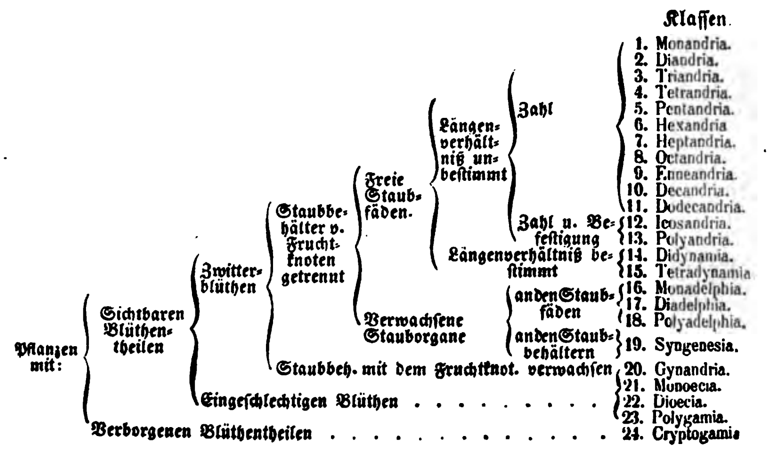
Das künstliche oder Linne'sche Pflanzensystem.

§. 112. Sämmtliche Pflanzen werden in 24 **Klassen** getheilt. Die 23 ersten Klassen enthalten vermischt die Monokotylen und Dikotylen. Die 24ste enthält nur die Akotylen.

Die Klassen werden nach der Anzahl, Stellung und Länge der Staubfäden, nach dem Verwachsen derselben unter sich oder mit anderen Blüthentheilen und endlich nach dem Fehlen derselben gebildet.

Jede Klasse zerfällt in mehrere **Ordnungen**, die in verschiedener Weise bestimmt werden, wie z. B. in den dreizehn ersten Klassen nach der Anzahl der Stempel oder Griffel.

Uebersicht der Klassenbildung.



Uebersicht der Klassen und Ordnungen.

Klassen:	Ordnungen:	Beispiele:
I. Monandria: 1 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Hippuris.
	2te: 2 » Digynia.	Callitriche.
II. Diandria: 2 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Syringa.
	2te: 2 » Digynia.	Anthoxan-
	3te: 3 » Trigynia.	— [thum.
III. Triandria: 3 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Iris.
	2te: 2 » Digynia.	Hordeum.
	3te: 3 » Trigynia.	Holosteum.
IV. Tetrandria: 4 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Scabiosa.
	2te: 2 » Digynia.	Gentiana.
	3te: 3 » Trigynia.	—
V. Pentandria: 5 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Borrago.
	2te: 2 » Digynia.	Foeniculum.
	3te: 3 » Trigynia.	Sambucus.
	4te: 4 » Tetragynia.	Parnassia.
	5te: 5 » Pentagynia.	Linum.
	6te: 6 und mehr Griffel: Polygynia.	Myosurus.
VI. Hexandria: 6 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Lilium.
	2te: 2 » Digynia.	Oxyria.
	3te: 3 » Trigynia.	Rumex.
	4te: 4 » Tetragynia.	Alisma.
	5te: Mehr Griffel: Polygynia.	—
VII. Heptandria: 7 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Trientalis.
	2te: 2 » Digynia.	—
	3te: 3 » Trigynia.	—
	4te: 7 » Heptagynia.	—
VIII. Octandria: 8 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Daphne.
	2te: 2 » Digynia.	Chryso- [splenium.
	3te: 3 » Trigynia.	Polygonum.
	4te: 4 » Tetragynia.	Paris.
IX. Enneandria: 9 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	—
	2te: 3 » Trigynia.	—
	3te: 6 » Hexagynia.	Butomus.
X. Decandria: 10 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Pyrola.
	2te: 2 » Digynia.	Dianthus.
	3te: 3 » Trigynia.	Silene.
	4te: 5 » Pentagynia.	Lychnis.
	5te: 10 » Decagynia.	—
XI. Dodecandria: 12 bis 19 Staubbehälter.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Lythrum.
	2te: 2 » Digynia.	Agrimonia.
	3te: 3 » Trigynia.	Reseda.
	4te: 5 » Pentagynia.	—
	5te: 12 » Dodecagynia.	Sempervi- [vum.

Klassen:	Ordnungen:	Beispiele:
XII. Icosandria: 20 und mehr Staubbehälter auf dem Kelche eingefügt.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Prunus.
	2te: 2 » Digynia.	Crataegus.
	3te: 3 » Trigynia.	Sorbus.
	4te: 5 » Pentagynia.	—
	5te: Viele Griffel: Polygynia.	Rosa.
XIII. Polyandria: viele Staubbehälter im Blüthenboden eingefügt.	1te: 1 Griffel: Monogynia.	Papaver.
	2te: 2 » Digynia.	Paeonia.
	3te: 3 » Trigynia.	Aconitum.
	4te: 4 » Tetragynia.	—
	5te: 5 » Pentagynia.	Nigella.
	6te: 6 » Hexagynia.	—
	7te: Viele Griffel: Polygynia.	Ranunculus
XIV. Didynamia: 2 lange und 2 kurze Staubbehälter (Lippen- und Rachenblumen).	1te: 4 nackte Samen: Gymnospermia.	Lavandula.
	2te: Samen in Kapseln: Angiospermia.	Linaria.
XV. Tedradynamia: 4 lange und 2 kurze Staubbehälter (Kreuzblumige).	1te: breites Schötchen und deutlicher Griffel: Siliculosa.	Capsella.
	2te: lange Schoten ohne Griffel: Siliquosa.	Brassica.
XVI. Monadelphia: Staubfäden in 1 Bündel verwachsen.	1te: 5 Staubbehälter: Pentandria.	Erodium.
	2te: 9 » Enneandria.	—
	3te: 10 » Decandria.	Geranium.
	4te: 11 — 19 Staubbeh.: Dodecandria.	Malva.
	5te: Viele Staubbehälter: Polyandria.	—
XVII. Diadelphia: Staubfäden in 2 Bündel verwachsen (wovon meist 9 in einer Röhre und 1 frei) (Schmetterlingsblumen).	1te: 5 Staubbehälter: Pentandria. (2 oben, 3 unten.)	—
	2te: 6 Staubbehälter: Hexandria. (3 rechts, 3 links; oder 3 oben, 3 unten).	Fumaria.
	3te: 8 Staubbeh.: Octandria. (4 oben, 4 unten, am Grunde alle verwachsen.)	Polygala.
	4te: 10 Staubbeh.: Decandria. (1 oben, 9 unten in eine den Fruchtknoten umgebende, oben gespaltene Röhre verwachsen.)	Pisum. Trifolium. Genista.
XVIII. Polyadelphia: Staubfäden in mehr als 2 Bündel verwachsen.	1te: 5 Staubfädenbündel: Pentandria. (Jeder Bündel 5 Antheren tragend = 25 Staubbehälter.)	—
	2te: 12 Staubfädenbündel: Dodecandria. (Jeder Bündel 3 Antheren = 36 Staubbehälter.)	—
	3te: Viele Staubbehälter in Bündeln, im Kelche eingefügt: Icosandria. (20 Staubbehälter in Bündeln, von ungleicher Antherenzahl.)	Citrus
	4te: Viele Staubbehälter in 3 — 5 — 9 Bündeln im Blüthenboden eingefügt: Polyandria.	Hypericum.

Klassen:	Ordnungen:		Beispiele:
XIX. Syngenesia: Staubbehälter 5: die Staubfäden frei, die Antheren unter sich verwachsen. (Blume 1blätterig.) (Blüthen meist in einen Knopf vereinigt. Compositi.) Bei der ersten bis vierten Ordnung bloß ein gemeinschaftlicher Kelch (S. §. 67, Fig. 87).	1te: Lauter Zwitterblüthen:	Polygamia aequalis	Lactuca.
	2te: Zwitterblüthen in der Scheibe, fruchtbare weibliche Blüthen im Strahle d. h. am Rande):	Polygamia superflua	Aster.
	3te: Zwitterblüthch. i. d. Scheibe, geschlechtslose (d. h. ohne Staubbehälter und Griffel) im Strahle:	Polygamia frustranea	Helianthus.
	4te: Scheibenblüthch. Zwitter mit undeutlichem Griffel, Randblüthen sind fruchtbare weibliche (d. h. ihnen fehlen die Staubbehälter, aber der Griffel ist stark):	Polygamia necessaria	Calendula.
	5te: Ein gemeinschaftlicher Kelch für alle Blüthchen, und ein besonderer für jedes einzelne Blüthchen:	Polygamia segregata	Echinops.
	6te: Einfache Blüthen, bloß mit einem Kelche:	Monogamia	
XX. Gynandria: Staubfäden und Griffel verwachsen.	1te: 2 Antheren: Diandria.		Orchis.
	2te: 3 » Triandria.		—
	3te: 4 » Tetrandria.		—
	4te: 5 » Pentandria.		—
	5te: 6 » Hexandria.		Aristolochia.
	6te: 10 » Decandria.		—
	7te: 11—19 Antheren: Dodecandria.		—
	8te: 20 und mehr Antheren: Polyandria.		—
XXI. Monoecia: Blüthen getrennten Geschlechts auf einer Pflanze.	1te: 1 Staubbehälter: Monandria.		Arum.
	2te: 2 » Diandria.		Lemna.
	3te: 3 » Triandria.		Carex.
	4te: 4 » Tetrandria.		Urtica.
	5te: 5 » Pentandria.		Amaranthus.
	6te: 6 » Hexandria.		—
	7te: 7 » Heptandria.		—
	8te: Mehr als 7 Staubbeh.: Polyandria.		Quercus.
	9te: Staubfäden verwachsen: Monadelphia.		Pinus.
	10te: Staubbehälter verwachsen: Syngenesia.		—
	11te: Staubfäden und Griffel verwachsen: Gynandria.		—
XXII. Dioecia: Blüthen getrennten Geschlechts auf zwei Pflanzen.	1te: 1 Staubbehälter: Monandria.		Salix.
	2te: 2 » Diandria.		—
	3te: 3 » Triandria.		Ficus.
	4te: 4 » Tetrandria.		Viscum.
	5te: 5 » Pentandria.		Cannabis.

Klassen:	Ordnungen:	Beispiele:
XXII. Dioecia: Blüthen getrennten Geschlechts auf zwei Pflanzen.	6te: 6 Staubbehälter Hexandria.	Loranthus.
	7te: 8 » Octandria.	Populus.
	8te: 9 » Enneandria.	Laurus.
	9te: 10 » Decandria.	—
	10te: 11 — 19 Staubbehälter: Dodecandria.	Stratiotes.
	11te: Viele Staubbehälter: Polyandria.	—
	12te: Staubfäden in einen Bündel verwachsen: Monadelphia.	Juniperus.
	13te: Staubbehälter verwachsen: Syngenesia.	—
	14te: Staubfäden und Griffel verwachsen: Gynandria.	—
XXIII. Polygamia: Zwitterblüthen und eingeschlechtige Blüthen in einer Art.	1te: Zwitterblüthen und eingeschlechtige Blüthen auf einer Pflanze: Monoecia.	Acer.
	2te: Zwitterblüthen und eingeschlechtige Blüthen auf zwei Pflanzen: Dioecia.	Fraxinus.
	3te: Zwitter und eingeschlechtige Blüthen auf drei Pflanzen: Trioecia.	—
XXIV. Cryptogamia: mit unkenntlich. Blüthentheilen.		Fucus.

§. 113. Das künstliche System gewährt den großen Vortheil, daß sich die Pflanzen nach seinen einzelnen, in der Regel leicht aufzufindenden Merkmalen leicht bestimmen lassen. Es wird daher von dem Anfänger benutzt, um eine möglichst große Anzahl von Pflanzen kennen zu lernen, aus welchen sich bei gehöriger Aufmerksamkeit die natürlichen Familien ziemlich von selbst ergeben.

Das natürliche System nach Jussieu.

§. 114.

Klassen.	Ordnungen.	Cohorten.	Sippschaft.
A. Acotyledonen	. . . . .	. . . . .	I. Acotyledonie.
B. I. Monocotyledonen	1. Staubbehälter hypogynisch	. . . . .	II. Monohypogynie.
	2. Staubbehälter perigynisch	. . . . .	III. Monoperigynie
	3. Staubbehälter epigynisch	. . . . .	IV. Monepigynie.
B. II. Dicotyledonen	1. ohne Krone	a. Diklinisch irreguläre	V. Diklinie.
		b. Staubbehalter epigynisch	VI. Epistaminie.
		c. Staubbehälter perigynisch	VII. Peristaminie.
		d. Staubbehälter hypogynisch	VIII. Hypostaminie.
	2. mit einblätteriger.	a. hypogynischer Krone	IX. Hypocorollie.
		b. perigynischer Krone	X. Pericorollie.
		c. epigynischer Krone: α. Antheren in eine Röhre verwachsen	XI. Synantherie.
		c. epigynischer Krone: β. Antherenfrei	XII. Corisantherie.
	3. m. mehrblätteriger Krone	a. Staubbehälter epigynisch	XIII. Epipetalie.
		b. Saubbehälter hypogynisch	XIV. Hypopetalie.
		c. Staubbehalter perigynisch	XV. Peripetalie.

Wie man sieht, ist auch diese Eintheilung theilweise auf einzelne Organe gegründet, und daher gewissermaßen künstlich, wie denn streng genommen in der Natur nicht sowohl scharfe Abtheilungen, als vielmehr allmälige Uebergänge vom Unvollkommenen zum Vollkommenen wahrzunehmen sind.

IV. Beschreibung der Pflanzen.

§. 115. Welche erstaunliche Mannichfaltigkeit die Pflanzenwelt in ihrer Form und Bildung zeigt, geht daraus hervor, daß man bis jetzt schon über 100,000 Arten beobachtet hat und täglich noch neue auffindet. Dieselben sind jedoch über die ganze Erde verbreitet, und man trifft daher in den einzelnen Ländern bei weitem nicht alle diese Pflanzenarten. In Deutschland zählt man deren nur ungefähr 7000.

Die Beschreibung der Pflanzen geschieht eben wegen ihrer bedeutenden Anzahl in besonderen Werken, die entweder alle Pflanzen umfassen, oder nur die eines größeren oder kleineren Landes oder die einer besonderen Gegend. Die ersteren sind der allgemeinen Verständlichkeit wegen in lateinischer Sprache geschrieben.

Deutschlands Flora ist mehrfach beschrieben worden, und wir erwähnen von den vielen Werken W. D. J. Koch's Synopsis der deutschen und schweizer Flora und dessen Taschenbuch der Flora Deutschlands, sowie das von Kittel. Auch die Pflanzen einzelner Theile sind von vielen Seiten her zusammengestellt worden, wie z. B. die von Frankfurt am Main durch Fresenius, von Baden durch Gmelin, von Württemberg durch Schübler und auch Martens, von Hessen durch Schnittspahn, die rheinische Flora durch Döll, von Oesterreich durch Schultes, von Schlesien durch Wimmer, von Berlin durch Schlechtendal, von Preußen durch Ruthe, von Braunschweig durch Lachmann und Andere mehr.

Irgend eins dieser Werke, in welchen die Pflanzen nach einem der beiden Systeme geordnet und beschrieben sind, ist dem angehenden Botaniker unentbehrlich, um nach demselben die Pflanzen zu bestimmen. Das einzige Mittel, die Pflanzen kennen zu lernen, ist das Sammeln derselben, die genaue und sorgfältige Vergleichung mit ihrer Beschreibung und den zunächst ähnlichen Pflanzen. Ohne diese, die Beobachtungsgabe in hohem Grade befördernde Uebung ist es unmöglich, die mannichfaltigen Formen dem Gedächtniß einzuprägen und auch nur einigen Ueberblick der Pflanzenfamilien zu erlangen.

In dem Folgenden ist mehr eine Aufzählung der wegen ihrer Anwendung in den Gewerben oder in der Medicin und der in anderer Hinsicht merkwürdigen Pflanzen gegeben, als eine Beschreibung derselben. Die Anordnung ist nach Familien, in der Weise, daß mit den unvollkommneren begonnen wird.

A. Akotylen.

§. 116. Wir haben schon die Akotylen als solche Pflanzen bezeichnet, welche keine sichtbaren Blüthentheile, und daher auch keine eigentliche Frucht haben. Ihre Fortpflanzung geschieht durch sogenannte Sporen oder Keimkörner, Keimzellen, die einen höchst feinen Staub darstellen, dessen einzelne Körnchen die Fähigkeit haben, sich zu entwickeln. Die einzelnen Sporenkörner sind oft unsichtbar klein und verbreiten sich durch ihre Leichtigkeit überall wo wir der Luft Zutritt gestatten, so daß man sich nicht wundern darf, diese Pflanzen scheinbar von selbst entstehen zu sehen.

Die Sporen sitzen immer in großer Anzahl beisammen, entweder ohne alle Bedeckung, z. B. auf der Rückseite der Blätter der Farnkräuter, kleine Wärzchen bildend, oder sie sind in kleine Behälter, Becher oder Büchsen eingeschlossen, die meist mit einem Deckelchen verschlossen sind und bei den Moosen häufig eine sehr zierliche Gestalt haben. Bei den höher entwickelten Akotylen, z. B. den Farnen, sind neuerdings Organe aufgefunden worden, welche den Stempeln und Staubfäden der vollkommnen Pflanzen entsprechen. Als besonders merkwürdig erscheint die Thatsache, daß die Sporen derselben mit feinen Wimpern versehen sind und im Wasser die auffallendsten Bewegungen machen, so daß sie leicht mit Infusionsthieren zu verwechseln sind.

Es gehören hierher die Algen, Flechten, Pilze und Moose, die nur Zellenpflanzen (§. 19) sind; sodann die Equiseten, Farne und Bärlappen, welche die unvollkommensten Gefäßpflanzen sind.

§. 117 Familie der **Algen**; Algae. Zu diesen nur im Wasser oder in ganz feuchter Luft vorkommenden Pflanzen, gehören eine Anzahl mikroskopisch kleiner Formen, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen. Dieselben schwimmen theils einzeln, theils in Menge zusammenhängend im Wasser und bei vielen derselben ist die Zellhaut durch einen großen Gehalt an Kieselerde so starr, daß sie mit geradliniger Umgränzung sehr krystallähnlich erscheinen. Sie bilden unter dem Namen der Stückelalgen (Diatomaceae) eine besondere Unterabtheilung, sind häufig in unseren Sumpfwassern und ihre Kieselhüllen finden sich nicht selten versteinert als Niederschläge süßer Gewässer aus früheren Erdperioden. Diese Pflanzengebilde wurden früher irrthümlich für Thiere gehalten und als Infusorien beschrieben, welche in Kieselpanzern stecken. Am gewöhnlichsten vorkommend sind die gemeine Stückelalge, die Spindelalge und die Stabalge (Bacillaria). Bekannter sind die in Gewässern sich bildenden grünen Wasserfäden (Conferva).

Die wichtigeren Algen sind jedoch die zahlreichen Meerespflanzen, die unter dem Namen von Tang (Fucus) bekannt sind, und deren Asche, Kelp und Varech genannt, wegen ihres Reichthums an Jodnatrium zur Gewinnung des Jods (Chemie §. 38) benutzt wird. Der in der Südsee vorkommende Riesentang

erreicht eine Länge von mehreren hundert Fußen und bildet im Meere gleichsam Wälder oder Wiesen, die vielen tausend Thieren zu Nahrung und Aufenthalt dienen. Nützlich als schleimiges Brustmittel ist der Knorpeltang (irländisches Perlmoos oder Carraghen) und der gegen Würmer gebrauchte Wurmtang (Wurmmoos).

§. 118. Familie der **Flechten**; Lichenes. Sie überziehen theils als trockene, lederartige Gebilde, von gelber und weißer Farbe, die Rinde der Bäume, die Mauern und Felsen, theils sind sie mehr ausgebreitet und fast blattartig, wie namentlich die Moosflechte (Cetraria), gewöhnlich isländisches Moos genannt, da sie auf Island häufig ist. Diese als Brustmittel sehr geschätzte Flechte findet sich fast auf allen trockenen Gebirgen Deutschlands. Die Rennthierflechte (Cladonia) überzieht im hohen Norden den Boden und dient als Nahrung des Rennthiers. Aus einer in Schweden vorkommenden Flechte (Lecanora) wird das Lackmusblau (Chemie §. 146) bereitet, und die zum Violett- und Rothfärben dienende Orseille wird aus einer Flechte (Roccella) der canarischen Inseln gewonnen.

§. 119. Familie der **Pilze**; Fungi. Die kleinsten Pilze erscheinen entweder als feiner Staub, wie z. B. der schwarze Flugbrand am Getreide, oder fadenförmig, als sogenannter Schimmel, der durch das Mikroskop betrachtet, sehr mannichfaltige und zierliche Formen darbietet. Die größeren Pilze heißen Schwämme. Dieselben erscheinen besonders reichlich in feuchten, düsteren Waldungen, und ihr schnell aufschießendes Wachsthum ist sprüchwörtlich geworden. Man unterscheidet zunächst die Blätterschwämme (Agaricus) mit zarten Blättchen auf der unteren Seite, wohin der eiergelbe Pfifferling, und der weiße, unten mit blaßrothen bis braunen Blättchen versehene Champignon, die beide eßbar sind, gehören. Dagegen sind mehrere Schwämme giftig, wie der scharlachrothe und weißgefleckte Fliegenschwamm und der scharlachrothe Täubling. Es ist den Schwämmen der leichten Verwechslung wegen überhaupt nicht zu trauen, und nur zu häufig kommen Unglücksfälle durch den Genuß derselben vor. Merkwürdig ist es, daß in den kälteren Ländern die Schwämme ihre giftige Wirkung verlieren. Die Wälder der Ukraine sind mit Schwämmen bedeckt, die ohne Unterschied eine Hauptnahrung der Bevölkerung ausmachen.

Die Löcherschwämme (Boletus) sind auf der unteren Seite von größeren und kleineren Löchern durchbohrt. Man findet darunter eßbare und giftige, sowie auch den Feuerschwamm, der an Buchen oder Eichen wächst und, durch wiederholtes Klopfen, Einweichen in Wasser und schwacher Lauge und Trocknen verarbeitet, als Zunder wohlbekannt ist. Der weiße und außerordentlich bittere Lärchenschwamm wird als Thierarzneimittel gebraucht. Mehrere Schwämme, die in feuchtem Holze entstehen, sind durch die große Schnelligkeit, womit sie wachsen und dadurch das Holz zerstören, wahrhaft gefährlich. Man hindert ihre Verbreitung durch Bestreichen des kranken Holzes mit verdünnter Schwefelsäure und ihre Entstehung durch Tränken des Holzes in einer

Auflösung von Sublimat (Chemie §. 106), was Kyanisirung genannt wird.

Endlich sind noch die Morcheln und die unter der Erde wachsenden Trüffeln, wegen ihres Wohlgeschmacks geschätzt, zu bemerken.

§. 120. Familie der **Moose**; Musci. Mit diesen begegnen wir zuerst der grünen Farbe und einer stengelartigen Bildung. Die vielen Arten derselben sind zierliche Pflänzchen, die jedoch bei ihrer großen Verbreitung mannichfachen Nutzen gewähren, namentlich getrocknet, zu Streu, Lager und Polster. Besonders merkwürdig ist das Torfmoos (Sphagnum), das, wie wir (Chemie §. 166) erwähnt haben, die Bildung der Torflager veranlaßt.

§. 121 Familie der **Schachtelhalme**; Equisetaceae. Die verschiedenen Arten von Schachtelhalm (Equisetum) zeichnen sich durch einen solchen Reichthum an Kieselerde aus, daß sie bei vorsichtigem Verbrennen in ihrer ganzen Form sich erhalten, da gleichsam ein Skelet von weißer Kieselerde übrig bleibt. Wie in §. 86 angeführt, erhalten sie dadurch die Eigenschaft einer Feile und dienen zum Poliren des Holzes. Sie sind gemein, theils auf sandigen Aeckern, theils in Wäldern und Sümpfen.

§. 122 Familie der **Farnkräuter**; Filices. Wir begegnen hier einer ziemlich bedeutenden Familie, die in ihrem Aeußeren den vollkommneren Pflanzen sehr genähert erscheint. Die meisten zeichnen sich durch große Blätter, sogenannte Wedel, aus, die am Rande sehr zierlich eingeschnitten, fast gefiedert sind. Auf ihrer Rückseite tragen sie in braunen Wärzchen ihre Sporen.

In unseren Wäldern findet sich häufig der Adlerfarn (Pteris §. 29), der Wurmfarn (Aspidium), gegen den Bandwurm gebraucht, sodann an Mauern und Felsen das schöne Frauenhaar, auch Krullfarn (Adiantum) genannt, mit dünnem, schwarzglänzendem Blattstiel, und die Mauerraute (Asplenium).

Ausgezeichnet sind die Farne der Südseeinseln, die eine baumartige Größe erreichen und dort ausschließlich die Wälder bilden. Daß die untergegangene Flora der früheren Zeiten ebenfalls reich an großen Farnen war, ist in der Mineralogie (§. 114) bereits angeführt worden.

§. 123. Familie der **Bärlappen**; Lycopodiaceae. In Gebirgswäldern wächst der Bärlapp (Lycopodium), dessen Sporen einen schwefelgelben, außerordentlich feinen Staub liefern, der unter dem Namen von Streupulver oder Hexenmehl bekannt ist und zur Nachahmung des Blitzens auf Theatern dient, indem man ihn durch die Flamme eines Lichtes bläst.

B. Monokotylen.

§. 124. Pflanzen mit einem Samenlappen (§. 35), unregelmäßig vertheilten Gefäßbündeln (§. 30) und parallel laufenden Blattnerven (§. 37).

§. 125. Familie der **Gräser**; Gramineae. Die zahlreichen Arten der Gräser, die sämmtlich der dritten Klasse Linné's angehören, sind wegen ihrer Aehnlichkeit schwierig zu beschreiben und zu unterscheiden.

Abgesehen von der Schönheit der von denselben gebildeten Wiesen und

Matten, erhalten sie als das Hauptnahrungsmittel unserer Heerden die größte Wichtigkeit. Als werthvolle Futtergräser sind vorzugsweise zu erwähnen:

Die Drahtschmiele (Aira flexuosa), die Rispengräser (Poa pratensis, annua), der Wiesenschwingel (Festuca pratensis), das Lieschgras (Phleum pratense), der Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis), das Ruchgras (Anthoxanthum odoratum), der ausdauernde Lolch (Lolium perenne), das Perlgras (Melica), die Trespen (Bromus racemosus und mollis), das Straußgras (Agrostis), das Knäuelgras (Dactylis glomerata) und das zierliche Zittergras (Briza media).

Die Futtergräser sind Kiesel- und Kalipflanzen (§. 98) und bedürfen reichlich Wasser zur Auflösung der Kieselerde und Zufuhr von Kali (Asche), als die Hauptbeförderungsmittel ihres Wachsthums.

Ein anderer Theil der Gräser zeichnet sich durch den Reichthum ihrer Samen an Stärkemehl, Fibrin und an phosphorsaurem Kalk aus. Sie sind dadurch zu Nahrungsmitteln des Menschen vorzüglich geeignet. Man bezeichnet sie als Getreide, und der Anbau hat nicht allein ihre Samen außerordentlich vervollkommnet, sondern auch eine Menge von Spielarten erzeugt. Der Getreidebau ist so alt als die Geschichte. Es gehören hierher: der Weizen (Triticum), der Roggen (Korn, Secale), die Gerste (Hordeum), der Hafer (Avena).

Zu bemerken sind ferner: die Quegge, das Canariengras (Phalaris), welches den Canariensamen liefert, der Taumellolch (Lolium temulentum), dem betäubende Wirkung zugeschrieben wird; der Hirse (Millium), der Mais, auch Welschkorn genannt (Zea) und vorzüglich in Amerika angebaut; der Reis (Oryza), der in sumpfiger Gegend besonders gedeiht und das Hauptnahrungsmittel der Orientalen ausmacht; das Schilfrohr (Phragmites), aus welchem die Hirtenflöten geschnitten werden und das zum Verrohren der Wände dient; das Bambusrohr (Bambusa), ein gegliedertes, über armesdick werdendes Rohr, das wegen seiner Leichtigkeit und Festigkeit zum Bauen sehr geeignet ist. Endlich als eins der wichtigsten Gewächse verdient das Zuckerrohr (Saccharum) angeführt zu werden, das, von seinem Vaterland Ostindien nach Westindien verpflanzt, den Zucker, den Syrup und den Rum liefert. Der Anbau des Zuckers in den sumpfigen Niederungen der heißen Länder ist eine der beschwerlichsten und der Gesundheit verderblichsten Arbeiten. Beim Genuß der süßen Näschereien denken wir freilich wenig daran, welche Opfer an Schwarzen und Weißen deren Erzeugung hinwegrafft.

Im Gebiet des Zollvereins, mit einer Bevölkerung von 29 Mill., werden jährlich im Durchschnitt 1,480,000 Centner Rohzucker im Werth von 14 Mill. Thaler eingeführt.

§. 126. Familie der **Scheingräser**; Cyperacea. Man rechnet hierher die Seggen oder Riedgräser (Carex), deren zahlreiche Arten sich durch ihren dreikantigen schneidenden Stengel, der nicht hohl und gegliedert ist, sowie durch ihre einhäusigen Blüthen (§. 63) auszeichnen. Sie sind als Viehfutter nicht geeig-

net und werden als saure Gräser bezeichnet, die verschwinden, wenn die Wiesen etwas trockener gelegt und mit Asche gedüngt werden. Die Sandsegge kommt auf dem trockensten Flugsande fort und wird deshalb benutzt, um denselben zu befestigen. Die verschiedenen Arten der Binsen (Scirpus), deren Anwendung bekannt ist, so wie das Wollgras (Eriophoron) gehören ebenfalls dieser Familie an.

§. 127. Familie der **Aroiden**; Aroideae. Zu diesen Pflanzen, die sich durch einen Blüthenkolben (§. 67) auszeichnen, gehören der Aron (Arum), dessen große tutenförmige Blüthe bemerkbare Wärme entwickelt, und der Kalmus (Acorus), dessen bitter-aromatische Wurzel ein gebräuchliches Arzneimittel ist. Als Zierpflanze wird jetzt überall die durch ihre große weiße Blüthe ausgezeichnete Calla in Töpfen gezogen. Ihr Vaterland ist Afrika.

§. 128. Familie der **Rohrkolben**; Typhaceae. Jedermann kennt wohl den auf schlankem markigem Halme stehenden braunen Rohrkolben (Typha), und den Igelkopf (Sparganium) mit seinen stachlichen Früchten. Beide Pflanzen finden wir am Rande der Gewässer und in denselben, besonders in den stehenden. Die breiten Blätter des Rohrkolbens werden unter dem Namen Liesch von den Faßbindern zwischen die Dauben gelegt.

§. 129. Familie der **Alismen**; Alismaceae. Eine kleine Familie, welche von der Gattung Froschlöffel (Alisma) und dem Pfeilkraut (Sagittaria) gebildet wird, das nach seinen großen pfeilförmigen Blättern benannt ist.

§. 130. Familie der **Zeitlosen**; Colchicaceae. Diese Pflanzen enthalten namentlich in ihren Wurzeln und Samen eine Schärfe, so daß sie giftig wirken. Am bekanntesten ist die Herbstzeitlose (Colchicum) und die weiße Nießwurz (Veratrum), die übrigens beide in der Medicin gebraucht werden.

§. 131. Familie der **Spargel**; Asparagineae. Außer dem bekannten Spargel (Asparagus), der im Sandboden wild wächst, jedoch besonders reichen stickstoffhaltigen Dünger verlangt, bemerken wir die liebliche Maiblume (Convallaria) und die Einbeere (Paris), die als giftig anzusehen ist. Dieser Familie ist die Mutterpflanze der mehlreichen Yamswurzel (Dioscorea) anzureihen, die in Ostindien gleich der Kartoffel angebaut wird.

§. 132. Familie der **Lilien**; Liliaceae. Eine knollige Wurzel oder vielmehr Zwiebel findet sich bei allen Pflanzen dieser Familie, unter welchen sich die Gattung Lauch (Allium) durch ihren Gehalt an Schleim und an einem flüchtigen, schwefelhaltigen Oel auszeichnet, das reizend und von durchdringendem Geruche ist. Bekannt sind die Zwiebel (Allium cepa), der Knoblauch (A. porrum), der Schnittlauch (A. schoenoprasum). Durch schöne Blüthen machen sich dagegen bemerklich: die Vogelmilch (Ornithogalum); die Meerzwiebel (Scilla); die Traubenhyacinthe (Muscari) und die aus dem Morgenlande stammende gemeine Hyacinthe, eine unserer beliebtesten Zierpflanzen; die Zaunlilie (Anthericum); die Tulpe (Tulipa) und endlich die aus Palästina zu uns gekommene weiße Lilie (Lilium candidum); die Feuerlilie (L. bulbiferum); der Türkenbund (L. martagon) und die stattliche aber giftige

Kaiserkrone (Fritillaria imperialis). Es gehören ferner hierher die verschiedenen Arten von Aloe (Aloë), stachelige Pflanzen, mit bitterem, als Abführungsmittel gebräuchlichem Safte. Sie haben sich von Amerika nach den wärmeren Ländern verbreitet. Der neuseeländische Flachs (Phormium tenax) enthält in seinen Blättern sehr zähe, zu Flechtwerken benutzte Fasern

§ 133. Familie der **Narcissen**; Narcisseae. Auch hier bemerken wir ihrer schönen Blüthen wegen die gemeine Narcisse, die Sternblume (Narcissus poëticus) und die unter dem Schnee aufsprießenden Schneeglöckchen (Galanthus und Leucojum).

§. 134. Familie der **Schwertlilien**; Irideae. Bekannte Zierpflanzen unserer Gärten mit knolligen Wurzeln sind die gelben und blauen Schwertlilien (Iris pseudacorus und germanica) und die Zwerglilie (I. pumila). Die Veilchenwurz (I. florentina) kommt von einer im südlichen Europa wachsenden Schwertlilie und wird wegen ihres veilchenähnlichen Geruches zu Zahnpulver u. a. m. verwendet. Von der Safranpflanze (Crocus) werden die Narben eingesammelt, welche unter dem Namen Safran sowohl als gelbe Farbe, als auch in der Medicin Anwendung finden und deren 20,000 auf ein Pfund gehen.

§. 135. Familie der **Bromelien**; Bromeliaceae. Aus Südamerika ist die Ananas (Bromelia Ananas) in unsere Treibhäuser gewandert, deren durch die Kultur vergrößerte Früchte wegen ihres feinen erdbeerähnlichen Geschmackes ungemein geschätzt sind. Die Baum-Aloe (Agave americana), demselben Vaterlande angehörig, starrt uns häufig in Gärten aus großen Kübeln ihre langen stacheligen Blätter entgegen. Die Pflanze bedarf, um zu blühen, eines sehr beträchtlichen Alters — man sagt gewöhnlich 100 Jahre — und treibt alsdann schnell einen 28 bis 30 Fuß hohen Schaft mit tausenden von Blüthen geschmückt, worauf sie abstirbt.

§. 136. Familie der **Palmen**; Palmae. Diese riesenmäßigen Monokotylen, mit ihren schlanken, mitunter mehrere hundert Fuß hoch werdenden, oben mit einem Blätterschirm geschmückten Stämmen, verleihen den Tropenländern einen eigenthümlichen Charakter. Wir verehren sie indeß nicht nur als Sinnbild des Friedens, sondern schätzen sie auch als höchst nützliche Pflanzen, die zugleich ernähren und bekleiden. Besonders bemerkenswerth sind die Dattelpalme (Phoenix), die Cocospalme (Cocos), bekannt durch ihre großen wohlschmeckenden Nüsse; die Sagopalmen (Sagus), in deren Mark sich der Sago, eine Art von Stärkemehl, ansammelt. Mehrere Palmenarten liefern den Cocostalg und das gelblich rothe, nach Veilchen riechende Palmöl, welches, von der Oelpalme (Elais guineensis) gewonnen, für Afrika einen bedeutenden Ausfuhrartikel bildet. Von anderen wird die junge Blätterkrone, Palmkohl genannt, verzehrt und aus dem ausfließenden süßen Safte der Palmwein (Toddi) bereitet. Endlich sind noch die von der Arecapalme kommenden, gerbstoffhaltigen Nüsse zu bemerken, die in Indien mit den Betelblättern und etwas gebranntem Kalk gekaut werden, und die Rotangpalme (Calamus), welche das sogenannte spanische Rohr liefert.

Familie der **Amomen**; Amomeae. Pflanzen der heißen Länder mit scharf-aromatischen Wurzeln und Samen, wie Ingber (Zingiber), die gelbfärbende Kurkumawurzel, die Kardamomen (Alpinia), sämmtlich pfefferähnliche Gewürze. Die Pfeilwurz (Marantha) liefert zerrieben das unter dem Namen Arrow-root bekannte Stärkemehl. §. 137.

Familie der **Orchideen**; Orchideae. Die fleischigen Knollen der meisten Arten der Orchis geben den Salep, der mit Wasser gekocht einen dicken Schleim bildet. Bekannte schöne Wiesenblumen sind: Orchis mascula, O. militaris u. a. m. Seltener ist der zierliche Frauenschuh (Cypripedium). Auch die in Mexico wachsende Vanille, deren lange Fruchtschoten man zu den feinsten Gewürzen zählt, gehört hierher. Die zahlreichen Arten der Orchideen des heißen Amerikas, die auf Bäumen wurzeln, erregen in unseren Treibhäusern die Aufmerksamkeit ganz besonders durch ihre wunderlichen Blüthenformen. §. 138.

C. Dikotylen.

Pflanzen mit zwei oder mehreren Samenlappen, ringförmig gestalteten Gefäßbündeln und netzförmig verbreiteten Blattnerven. §. 139.

Familie der **Bananen**; Musaceae. Nicht selten erblicken wir in Treibhäusern ein palmenartiges Gewächs, mit einem Schaft von riesigen Blättern. Es ist der Pisang oder Paradiesfeigenbaum (Musa paradisiaca), auch Banane genannt, ein Baum, der für Millionen Bewohner der Tropenländer dieselbe Bedeutung hat, wie für andere Länder das Getreide, die Kartoffel, die Dattelpalme u. a. m. Außer seinen wohlschmeckenden Früchten werden auch die 8 bis 10 Fuß lang werdenden Blätter benutzt. §. 140.

Familie der **Zapfenträger**; Coniferae. Die Zapfenträger oder Nadelhölzer sind eine im Aeußeren sehr wohl charakterisirte Familie, die als Bau-, Nutz- und Brennholz, sowie durch mannichfache Produkte großen Nutzen gewähren. Zu letzteren gehört der Terpentin, das Terpentinöl, Kolophonium, das Fichtenharz, Pech, Theer u. a. m. (Chem. §. 144), die von verschiedenen Arten kommen. Am bekanntesten sind die Rothtanne oder Fichte (Pinus abies); die Weißtanne (P. picea); die Lärche (P. laryx); die Kiefer (P. sylvestris) und die Arve (P. ambra), deren wohlschmeckende Samen Zirbelnüsse genannt werden. Dem südlichen Europa angehörig ist die Pinie (P. pinea), deren eßbare Samen Pignolen heißen. Auch die Ceder, die Cypresse, der Taxus und der Wachholder (Juniperus) gehören zu den Zapfenträgern. §. 141.

Ein nie fehlendes Kennzeichen dieser Familie sind die gedüpfelten, gestreckten Zellen, aus welchen das Holz derselben besteht.

Familie der **Pfefferpflanzen**; Piperaceae. Aus dieser nur Ostindien angehörigen gewürzreichen Familie liefert der Pfefferstrauch (Piper nigrum) kleine Beeren, die unreif abgepflückt und getrocknet, als schwarzer Pfeffer bekannt sind. Auch die §. 136 erwähnten Betelblätter kommen von einem Strauch dieser Familie (Piper betle). §. 142.

§. 143. Familie der **Kätzchenträger**; Amentaceae. Nach den Zapfenträgern machen die Bäume dieser Familie die Hauptmasse unserer Wälder aus, und liefern uns außer dem Brennstoff das nöthige Material zu den meisten Holzarbeiten. Da finden wir die Eiche (Quercus) mit ihrer majestätischen Krone, dies Sinnbild deutscher Kraft und Festigkeit, die schlanke Buche (Fagus), die Birke (Betula), die Erle (Alnus) und die Haselnuß (Corylus). Die Samen sind entweder ölig, wie bei der Buche und Haselnuß, oder stärkemehlhaltig, wie bei der eßbaren Kastanie (Castanea) und der Eichel, die jedoch auch Gerbstoff enthält und daher ungenießbar ist.

Die Rinden dieser Bäume enthalten Gerbstoff und einen bitteren Stoff, der besonders reichlich in den Weiden (Salix) sich findet und Salicin genannt wird. Auch die Pappel (Populus) ist hier zu erwähnen, und der in Südamerika vorkommende Wachsbaum (Myrica cerifera), dessen Früchte mit einem Wachse überzogen sind.

§. 144. Familie der **Nesseln**; Urticeae. Vorzüglich starke Entwickelung der Pflanzenfaser, die hauptsächlich aus langgestreckten Holzzellen besteht und zu Gespinnsten benutzbar ist, zeichnet viele Pflanzen dieser Familie aus. Wir finden dies besonders beim Hanf (Cannabis), dessen Samen zugleich ein grünes Oel geben, sodann bei der Brenn-Nessel (Urtica), die zu Nesseltuch verarbeitet wird. Unbedeutend erscheint der durch die Brennhaare unserer Nesseln erzeugte Schmerz gegen die fürchterlichen Wirkungen mehrerer Nesselarten Ostindiens. Der Hopfen (Humulus) enthält einen aromatisch-bitteren Stoff und wird darum bei der Bierbereitung verwendet. Auch der Hanf hat etwas Aromatisches, das jedoch betäubend ist. In mehreren kleinen, den Nesseln nahverwandten Familien finden wir die Ulme und die Rüster (Ulmus), sowie die Platane (Platanus). Eine andere Gruppe dieser Familie hat meistens fleischige und genießbare Früchte, durch welche mehrere Arten derselben sehr nützlich sind, wie namentlich der auf den Südseeinseln so wichtige Brotbaum (Artocarpus). Auch der Feigenbaum (Ficus) und der Maulbeerbaum (Morus) sind ihrer köstlichen Früchte wegen geschätzt. Eigenthümlich ist ferner vielen dieser Pflanzen ein Milchsaft, der bei einigen scharf und giftig ist, wie bei dem Upas- oder Anthiarbaume, aus welchem die Indianer das furchtbare Gift für ihre tödlichen Pfeile gewinnen. Der Milchsaft einer Feigenart (Ficus elasticus) liefert dagegen beim Eintrocknen das wohlbekannte Kautschuk (Federharz), und höchst interessant ist der Kuhbaum (Galactodendron), dessen Saft der Kuhmilch so ähnlich ist, daß er gleich jener genossen wird.

§. 145. Familie der **Chenopodien**; Chenopodeae. Am Meeresstrande, in der Nähe der Salinen des Binnenlandes finden wir die Salzkräuter (Salsola und Salicornia), deren Bedeutung früher viel größer war, als noch aus ihrer Asche die Soda (Ch. §. 73) gewonnen wurde. Auf Schutthaufen gemein sind die verschiedenen Arten von Gänsefuß (Chenopodium). Wichtige Küchen- und Oekonomiepflanzen sind die Arten des Mangolds (Beta), worunter die Runkelrübe, auch Dickwurzel genannt, die rothe Rübe und die Zucker-

rübe, welche die größte Bedeutung hat, da sie z. B. in Frankreich und im Zollvereinsgebiete den halben Bedarf an Zucker liefert. Als Gemüse sind noch der Spinat (Spinacia) und die Melde (Atriplex) anzuführen.

§. 146. Familie der **Euphorbien**; Euphorbiaceae. Mit wenig Ausnahmen enthalten die zahlreichen Pflanzen dieser Familie einen Saft, der äußerlich als scharfes Reizmittel, innerlich als heftiges Gift wirkt. Am bekanntesten ist uns die Wolfsmilch (Euphorbia). Merkwürdig verhält sich die Wurzel des Manschenillenbaumes (Hippomane), die in rohem Zustande höchst giftig ist, diese Eigenschaft durch's Kochen jedoch gänzlich verliert und ein Satzmehl liefert, das ein vortreffliches Nahrungsmittel ist. Aehnlich verhält sich die Wurzel der Maniokpflanze (Jatropha Manihot), und das von beiden gewonnene Stärkemehl ist unter dem Namen von Maniok, Mussasche und Tapioka eine gewöhnliche Speise der Neger. Die giftigen Purgirkörner gehören ebenfalls einer Pflanze (Croton) dieser Familie an. Dagegen liefert der Wunderbaum (Ricinus) ein mildes, eröffnendes Oel. Unseren Bux (Buxus) dürfen wir nicht vergessen, da er in seinem harten, dichten Holze ein vortreffliches Material zu den Holzschnitten liefert. Der Milchsaft mehrerer amerikanischer Bäume, besonders der Syphonia elastica, wird zur Gewinnung von Kautschuk eingetrocknet.

§. 147. Familie der **Osterluzen**; Aristolochiae. Diese kleinere Familie hat meist scharfe Schlingpflanzen, deren einige als Zierpflanzen verwendet werden, wie der Pfeifenstrauch (Aristolochia Sipho) mit großen herzförmigen Blättern und pfeifenkopfförmigen Blüthen, beliebt zu Lauben. In der Medicin benutzt man die Schlangenwurz (Serpentaria) und Haselwurz (Asarum).

§. 148. Familie der **Seidelbaste**; Daphneae. Nur die Gattung Seidelbast oder Kellerhals (Daphne) bildet diese Familie. Die schöne pfirsichrothe Blüthe des Seidelbastes erscheint schon im März. Seine Rinde enthält eine solche Schärfe, daß sie zum Blasenziehen dient.

§. 149. Familie der **Musken**; Myristiceae. Der Moschusbaum (Myristica moschata) liefert uns die Muscatnüsse, welche von der sogenannten Muscatblüthe umgeben sind und die Muscatbutter enthalten. Der schöne Tulpenbaum (Liriodendron tulipifera) gehört derselben Familie an.

§. 150. Familie der **Lorbeeren**; Laurineae. Wir haben hier eine sehr aromatische Familie, die vorzüglich Ostindien angehört. Da finden wir den Zimmtlorbeer (Laurus cinnamomum), der den feinen ceyloner Zimmt, und den Cassienbaum (Laurus cassia), der die gemeine Zimmtrinde liefert, von welchen beiden das Zimmtöl gewonnen wird. Der gewöhnliche Lorbeer (Laurus nobilis) verleiht nicht allein Kränze und Zweige für Dichter und Künstler, sondern auch gewürzreiche Blätter zu unseren Braten, und Beeren, deren dickes, grünes Oel in der Medicin gebraucht wird. Endlich erhalten wir vom Kampferbaum (Laurus camphora) den vielfach verwendeten, stark riechenden Kampfer.

§. 151. Familie der **Knöteriche**; Polygoneae. Die Pflanzen dieser Familien haben als Samen kleine, dreikantige Nüßchen, die bei dem Heidekorn (Polygonum fagopyrum) hinreichend groß und mehlreich sind, um als Grütze eine nahr-

hafte Speise abzugeben, die von dem schlechtesten Boden in rauher Gegend gewonnen werden kann. Die Gattung **Ampher** (Rumex) enthält **Kleesäure**, die auch dem bekannten **Sauerampfer** (R. acetosa) seinen Geschmack verleiht. Von den Steppen des nördlichen Asiens kommt vorzüglich durch den russischen Handel zu uns die Wurzel verschiedener **Rhabarberpflanzen** (Rheum), als eins der werthvollsten Arzneimittel.

§. 152. Familie der **Lippenblumen**; Labiatae. Die sehr zahlreichen Glieder dieser Familie sind wohl kenntlich an ihren rachenförmigen und maskirten Blüthen und ihren vier Staubfäden, an denen je zwei länger sind als die anderen. Die meisten derselben zeichnen sich durch einen Reichthum an flüchtigem Oele aus, so daß sie aromatisch sind und theils in der Medicin, theils als Gewürz oder als wohlriechende Mittel angewendet werden. Dies ist der Fall bei der **Krausemünze** und **Pfeffermünze** (Mentha), **Melisse**, **Rosmarin**, **Thymian**, **Majoran** (Ocymum), **Quendel**, **Dosten** (Origanum), **Hyssop**, **Salbei**, (Salvia), **Lavendel** u. a. m.

Als nicht aromatisch bemerken wir dagegen die **Taubnessel** (Lamium), die **Gundeirebe** (Glechoma), den **Günsel** (Ajuga) und die verschiedenen Arten von **Löwenmäulchen** (Linaria).

§. 153. Familie der **Heiden**; Ericaceae. Außer dem gemeinen **Heidekraut** (Calluna oder Erica vulgaris) giebt es noch eine Menge von Heidearten, die jedoch größtentheils aus Afrika stammen und alle durch ihre zierlichen röthlichen Blumenglöckchen sich auszeichnen. Häufig bildet die Heide die fast einzige Bekleidung unfruchtbarer Sandflächen und liefert den Bienen reichlich Honig. Als Schmuck der Hochgebirge berühmt ist die **Alpenrose** (Rhododendron), während in Gärten und Töpfen die ausländischen Rhododendren und **Azalien** (Azalea) prangen. Den Boden der Bergwaldungen bedecken die Sträucher der schwarzen **Heidelbeere** (Vaccinium myrtillus) und die rothe **Preisselbeere** (V. Vitis idaea), die jedoch nur mit Zucker eingemacht genießbar sind.

§. 154. Familie der **Scrofularien**; Scrophularineae. Unter mehreren Pflanzen von geringerer Bedeutung, wie die **Braunwurz** (Scrophularia), das **Läusekraut** (Pedicularis), der **Augentrost** (Euphrasia), bemerken wir den schön roth blühenden Fingerhut (Digitalis), der zwar giftig ist, jedoch in der Medicin mehrfache Anwendung findet. Schöne Zierpflanzen sind die Calceolarien.

§. 155. Familie der **Nachtschatten**; Solaneae. Diese für uns sehr bedeutende Familie ist schon im Aeußeren wohl charakterisirt. Ihre Blüthen haben fünf Staubfäden und eine radförmige Krone. Aber auch durch ihre Eigenschaften sind die hierher gezählten Pflanzen ausgezeichnet, denn fast alle sind mehr oder weniger betäubend-giftig (**narkotisch**), eine Eigenschaft, die namentlich in den Wurzeln und Samen sich ausspricht.

Wir erwähnen als **Giftpflanzen** den **Stechapfel** (Datura) und als Zierpflanze mit langen trichterförmigen Blüthen die Datura arborea; ferner das **Bilsenkraut** (Hyoscyamus), die **Tollkirsche** (Atropa belladonna), welche namentlich die Kinder durch ihre schwarzen glänzenden Beeren häufig verlockt und

in lichten Laubwäldern nicht selten ist. Weniger gefährlich sind der Nachtschatten und das Bittersüß (Solanum nigrum und dulcamara).

Der Taback (Nicotiana) verliert seine betäubenden Eigenschaften nur zum Theil durch das Trocknen und die Zubereitung (Beize), was mancher Anfänger im Rauchen auf herzbrechende Weise in Erfahrung bringt. Dieses Kraut, sammt der üblen Gewohnheit des Rauchens, ist seit 1540 aus Amerika eingeführt worden. Der Tabackbau ist in Süddeutschland sehr verbreitet.

Dankbarer sind wir demselben Welttheil für die im J. 1585 von Franz Drake nach Europa gebrachte Kartoffel (Solanum tuberosum), deren Anbau jedoch erst seit 100 Jahren allgemein verbreitet ist und eine größere Hungersnoth nicht wohl mehr zuläßt, da die stärkemehlreichen Knollen derselben auch im mageren Sandboden reichliche Ernten geben. Nachtheilig sind übrigens Kartoffeln, die in den Kellern Keime oder Sprossen getrieben haben. Erfrorene Kartoffeln werden wieder genießbar, wenn man sie eine Zeitlang in kaltes Wasser legt. Dieses erhält eine Eiskruste, worauf die Kartoffeln herausgenommen, in den Keller gebracht und möglichst schnell verbraucht werden. In nassen Jahren bildet sich in den Knollen nicht die erforderliche Menge von Stärke und sie gehen sehr leicht in Fäulniß über, namentlich wenn sie allzu schnell in dem Keller über einander gehäuft werden.

Zu dieser Familie gehören ferner die Eierpflanze (Solanum oviferum) und der Liebesapfel (Solanum lycopersicum), beide Zierpflanzen. Die Früchte des letzteren werden unter dem Namen Tomato, besonders häufig in Südamerika gegessen. Sodann die Judenkirsche (Physalis), der scharfe, rothe spanische Pfeffer (Capsicum) und die als Brustthee gebräuchliche Wollblume (Verbascum).

§. 156. Familie der **Borragen**; Borraginae. Diese Pflanzen mit rauhhaarigen Blättern und Stengeln haben eine radförmige und fünfblätterige Krone und fünf Staubfäden. Sie enthalten Schleim und mehrere derselben, wie besonders der Borrasch (Borrago), bedürfen zur Entwickelung salpetersaurer Salze (§. 99). Die gewöhnlicheren Arten sind Beinwell (Symphytum), Krummhals (Lycopsis), Steinsamen (Lithospermum), Ochsenzunge (Anchusa) und die rothfärbende Alkannawurz (Anchusa tinctoria), der Natterkopf (Echium) und die freundlichen Vergißmeinnicht (Myosotis), die das rauhe Wesen ablegen, wenn sie am Wasser wachsen. Auch das lieblich duftende Heliotrop gehört in diese Familie.

§. 157. Familie der **Winden**; Convolvulaceae. Diese kleine Familie enthält die Zaunwinde (Convolvulus sepium), die Ackerwinde (Conv. arvensis) und die Jalappe (Conv. jalapa), deren harzreiche Wurzel ein gebräuchliches Arzneimittel ist. Die Bataten sind große mehlreiche Wurzeln von Conv. Batatus und werden gleich der Kartoffel benutzt.

§. 158. Familie der **Enziane**; Gentianeae. Eine durch die herrlich blaue Farbe

ihrer Blüthen, namentlich bei Gentiana acaulis der Alpen und Gentiana verna, sowie durch ihre außerordentlich bittere Wurzeln bemerkenswerthe Familie. Der gelbe Enzian (Gentiana lutea) ist deshalb gebräuchlich, sowie das ebenfalls sehr bittere Tausendgüldenkraut (Erythraea) und der bittere Fieberklee (Menyanthes).

§. 159. Familie der **Apocinen**; Apocineae. Wir finden diese ziemlich große Familie hauptsächlich den heißen Ländern angehörig und zählen zu derselben mehrere sehr gefährliche Giftpflanzen, wie die Gattung Strychnos, deren Samen, Krähenaugen und Ignatiusbohnen genannt, das heftig wirkende Strychnin (Chem. §. 128) enthalten. Der Upas tieute, ein Baum Ostindiens, liefert das Gift, welches die Dolche der Malayen und Javanesen tödtlich macht.

Bei uns vorkommend sind das unschuldige Immergrün (Vinca), sowie die Hundswürg (Vincetoxicum) und als Zierpflanze der Oleander (Nerium).

§. 160. Familie der **Jasmine**; Jasmineae. Meist liebliche Pflanzen enthält diese Familie, wie den wohlduftenden Jasmin und die verschiedenen Arten des Flieders (Syringa) und den Hartriegel (Ligustrum). Dann bemerken wir den Oelbaum (Olea), dessen fleischige Früchte, Oliven genannt, das wohlschmeckende Baumöl enthalten und ein Reichthum Italiens und Griechenlands sind. Der Oelzweig ist bekanntlich ein Sinnbild des Friedens. Die Esche (Fraxinus) der warmen Länder schwitzt als weißen zuckerigen Saft die Manna aus. Bemerkenswerth ist, daß der Blasenkäfer (die spanische Fliege) nur an Pflanzen dieser Familie sich findet.

§. 161. Familie der **Caprifolien**; Caprifoliaceae. Wir finden in dieser Familie bekannte Sträucher, welche der 5ten Klasse angehören. Besonders beliebt zu Lauben ist das Geisblatt (Lonicera caprifolium), von welchem man mehrere Arten hat. Als das gewöhnlichste schweißtreibende Mittel verwendet man die Blüthen und die Beeren des Hollunders (Sambucus nigra, auch Flieder genannt), und der Schneeball (Viburnum) ist einer unserer schönsten Ziersträucher.

§. 162. Familie der **Weberkarden**; Dipsaceae. Die wichtigste Pflanze dieser kleinen Familie ist die Weberkarde (Dipsacus fullonum), wegen der mit stacheligen Häkchen versehenen Blüthenköpfe, die zu Tuchkratzen benutzt werden, weshalb man die Pflanze anbaut. Als Wiesen- und Zierpflanzen sind die Scabiosen (Scabiosa) anzusehen.

§. 163. Familie der **Compositae**. Diese außerordentlich große Familie mit zusammengesetzten Blumen (Fig. 87) ist wieder in vier Zweige abgetheilt worden.

1) **Cichorien**; Cichoriaceae. Sie zeichnen sich durch zungenförmige Blüthchen und einen bitteren Milchsaft aus, wie unser bekannter Salat, der Lattich (Lactuca), der Giftlattich (Lactuca virosa), die Cichorie (Cichorium), die Endivie (Cichorium endivia), der als Medicin gebräuchliche Lö-

wenzahn (Leontodon taraxacon) und die als Gemüse geschätzte Schwarzwurzel (Scorzonera).

2) **Disteln;** Cynarocephalae. Von diesen sind wegen ihres bitteren Stoffs sehr gebräuchlich die Cardobenedicte (Centaurea benedicta) und die Eberwurz (Carlina). Die Kornblume (Cent. cyanus) ist durch ihre herrliche blaue Farbe bekannt und die Klette (Arctium) durch ihre Anhänglichkeit an Jedermann. Die Artischocke (Cynara) wird wegen ihrer fleischigen eßbaren Deckblätter angebaut und der Safflor (Carthamus) wegen seines schön rothen, aber nicht haltbaren Farbestoffs.

3) **Eupatorien;** Eupatorineae. Die bekanntesten dieser Abtheilung sind der Huflattig (Tussilago), dessen gelbe Blüthen ganz früh im Frühjahr erscheinen, während die Blätter erst spät im Sommer nachkommen; die Immortelle (Gnaphalium), deren Kränze wir den Hingeschiedenen weihen; der Rheinfarn (Tanacetum), der ebenso wie der von Artemisia contra Mittelasiens kommende Wurmsamen ein starkriechendes wurmwidriges Oel hat; der Wermuth (Artemisia absynthium) ist durch seine Bitterkeit ausgezeichnet.

4) **Strahlblüthen;** Radiatae. Außer der bitteren Schafrippe (Achillea) werden in der Medicin verwendet der Wohlverleih (Arnica) und der Alant (Inula) und die heilsame Chamille (Matricaria), die durch eine hohle kegelförmige Blüthenscheibe von der Hundschamille (Anthemis) sich unterscheidet, deren Blüthenkegel nicht hohl und deren Geruch unangenehm ist. Ein wahrer und reicher Schmuck unserer Gärten sind die aus China gekommenen Astern (Aster), die Dalien (Georgina), welche aus Merico stammen, und die stattliche Sonnenblume (Helianthus). Die Knollen von Hel. tuberosus sind der Kartoffel sehr ähnlich und werden unter dem Namen Topinambur oder Grundbirn angebaut. Der Mad (Madia) liefert in seinem Samen ein sehr wohlschmeckendes Oel. Auch das Gänseblümchen oder Maßliebchen (Bellis) will hier genannt sein.

§. 164. Familie der **Baldriane;** Valerianeae. Aus dieser sehr kleinen Familie ist uns im Winter der Feldsalat (Fedia), der eine Menge verschiedener Namen hat, wie z. B. Mauseöhrchen u. s. w., sehr willkommen. Als eines der vortrefflichsten inländischen Arzneimittel bemerke man den Baldrian (Valeriana) mit stark aromatischer Wurzel, welche die Katzen sehr lieben.

§. 165. Familie der **Rubien;** Rubiaceae. Die verschiedenen Gattungen dieser wichtigen Familie zeigen sowohl im Aeußeren als auch in ihren Eigenschaften eben keine sehr große Uebereinstimmung. Vor allen bedeutend ist die Gattung Cinchona, deren verschiedene Arten die Sorten der China- und Fieberrinde liefern. Das Vaterland derselben ist Südamerika, von wo sie gegen das Ende des 17. Jahrhunderts nach Europa gebracht und wegen ihrer Seltenheit anfänglich fast mit Gold aufgewogen wurde. Man gewinnt

aus ihr das Chinin (Chemie §. 128), das wirksamste Mittel gegen das Wechselfieber.

Die Brechwurz (Cephaëlis) liefert als gewöhnlichstes Brechmittel angewendete Ipecacuanha. Als die bedeutendste Pflanze dieser Familie wird aber Jedermann den Kaffeestrauch (Coffea arabica) anerkennen, dessen eigentliche Heimath Afrika ist, der aber, nach Arabien, Ost- und Westindien verpflanzt, einen höchst bedeutenden Einfuhrartikel nach Europa bildet. Die ersten Kaffeehäuser wurden errichtet in Konstantinopel (1554), in London (1652), in Marseille (1671). Man schätzt jetzt die jährliche Produktion an Kaffee auf etwa 500 Millionen Pfund, wovon im Zollverein 1 Million Centner im Werth von 15 Millionen Thaler verbraucht werden. Der Kaffee enthält einen schön krystallisirbaren Stoff (Caffein), der auch in dem Thee und in dem Cacao gefunden worden ist, also merkwürdiger Weise in denselben Pflanzenstoffen, die in so bedeutendem Maaße Lebensmittel des Menschen geworden sind.

Der Krapp (Rubia) auch Färberröthe genannt, liefert die dauerhafteste rothe Farbe, das sogenannte Türkischroth. Er ist deshalb ein wichtiger Zweig des Landbaues in manchen Gegenden. Das Klebkraut (Galium), das an allen Zäunen wächst, hängt sich an die Kleider der Vorübergehenden. Der zierliche Waldmeister (Asperula) dient zur Bereitung des am Rhein beliebten »Maiweins«.

§. 166. Familie der **Doldenträger**; Umbelliferae. Sämmtliche hierher gehörigen Dolden- oder Schirmträger haben Blüthen mit 5 Staubfäden und sind daher Glieder der fünften Klasse. Ihre Blüthendolden und vielfach getheilten Blätter sind weitere, sehr charakteristische Kennzeichen derselben. Die Samen dieser Pflanzen sind klein und meistens reich an flüchtigem Oel, so daß sie theils als Gewürze, theils als Arzeneimittel benutzt werden. Von mehreren wird die saftige und zuckerreiche Wurzel gegessen, und wir erwähnen als solche die gelbe Rübe (Daucus carota), den Sellerie (Apium graveolens), die Petersilie (Apium petroselinum) und den Pastinak (Pastinaca). Aromatische Samen sind: der Kümmel (Carum), Fenchel (Foeniculum), Anis (Pimpinella anisum), der Coriander (Coriandrum), der Wasserfenchel (Phellandrium), Kerbel (Scandix), Dill (Anethum).

Neben diesen in mehrfacher Weise verwendeten Pflanzen treffen wir jedoch einige sehr gefährliche, nämlich den Schierling (Conium maculatum), Fig. 96, und die Hundspetersilie (Aethusa cynapium), Fig. 97. Ja, es sind dies diejenigen unserer Giftpflanzen, welche bei weitem die meisten Unglücksfälle veranlassen, da sie mit einigen der oben genannten nicht nur große Aehnlichkeit haben, sondern häufig an denselben Standorten wie diese vorkommen, daher Verwechselungen leicht möglich sind. Diese haben sich schon ereignet, indem beim Sammeln die Wurzel des als Salat gebräuchlichen Pastinaks mit

der des Schierlings verwechselt und die Hundspetersilie für die gewöhnliche Gartenpetersilie oder statt des Kerbels genommen wurde.

Wir wollen deshalb versuchen, diese beiden Giftpflanzen genau kennen zu lernen.

Der gefleckte Schierling (Fig. 96) hat einen 3 bis 4 Fuß hohen Stengel, der rund, hohl und mit rothen Flecken besprengt ist. Seine Blätter sind


Fig. 96.



glatt, dreifach-gefiedert, die Blättchen lanzettförmig, eingeschnitten, gesägt, mit einem weißen Haarspitzchen an den Zähnchen. Die Hauptdolde hat eine Hülle (*a*), die aus einem bis fünf Blättchen besteht; die Döldchen haben dreiblätterige herabhängende Hüllchen (*b*); die Blüthen sind klein und weiß; die Frucht ist eiförmig, von der Seite znsammengedrückt, und die Früchtchen sind mit fünf gekerbten Rippen versehen. Die ganze Pflanze hat einen widrigen Geruch, namentlich wenn sie welkt oder zwischen den Fingern gerieben wird.

Der Pastinak unterscheidet sich vom Schierling durch seine gelben Blüthen und das Fehlen der Hülle und Hüllchen. Mit der Petersilie kann der Schierling fast nur verwechselt werden, so lange er noch keinen Stengel getrieben hat. Die kleinen Blättchen der Petersilie sind eirund, eingeschnitten und gezahnt und haben gerieben einen angenehm aromatischen Geruch.

Die Hundspetersilie (Aethusa cynapium), Fig. 97, hat doppelt gefiederte Blätter, mit schmalen Blättchen. Die Dolde entbehrt der Hülle, dagegen

Fig. 97.



sind die Döldchen mit dreiblättrigen herabhängenden Hüllchen versehen. Die Frucht ist kugelförmig, an den Früchtchen befinden sich fünf dicke Hauptrippen.

Diese Pflanze kommt nicht selten in den Gärten vor und kann mit dem Kerbel und der Petersilie verwechselt werden. Ihre schmäleren und geruchlosen Blättchen unterscheiden sie jedoch von jenen beiden.

Noch giftiger als die beiden vorhergehenden ist der Wasserschierling (Cicuta virosa), allein da er entfernt von den Wohnungen in stehenden Wassern wächs't, so ist er weniger zu fürchten.

Die Vergiftungserscheinungen durch Schierling äußern sich durch Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel, Taumel, Irrsein und theilweise Lähmung. Ist hiernach Grund vorhanden, daß eine Vergiftung stattgefunden habe, so suche man, falls Erbrechen von selbst sich nicht einstellt, dasselbe durch Kitzeln im Schlunde mittelst einer Feder zu erregen und durch Eingeben von warmem Wasser mit Oel vermischt zu erleichtern.

Dieses Verfahren ist überhaupt bei vermutheter Vergiftung räthlich, bis die möglichst schnell zu bewirkende Ankunft eines Arztes weitere Hülfe gewährt.

Einige Doldenträger Persiens (z. B. Ferula) enthalten Milchsäfte, die zu Gummiharzen (Chemie §. 145) eintrocknen, worunter der heftig nach Knoblauch

riechende Teufelsdreck (Asa foetida) und das Ammoniak-Gummi die am häufigsten angewendeten sind.

Familie der Grosseln; Grossularineae. Eine kleine Familie, die wir jedoch nicht übergehen dürfen, da sie die Gattung Ribes enthält, deren Arten uns die beliebten Johannis- und Stachelbeeren liefern. §. 167.

Familie der Kürbisse; Cucurbitaceae. Diese durch ihre großen Früchte ausgezeichnete Familie enthält den Kürbis (Cucumis pepo), den Flaschenkürbis oder Calabasse, die Gurke und Melone, die Springgurke und die bittere Coloquinte, die Zaunrübe (Bryonia) und die Wachspflanze (Benincasa cerifera). §. 168.

Familie der Cacteen; Cacteae. Aus Amerika erhielten wir an 400 Arten der wunderlichsten Pflanzen, die, gleich Mißgeburten von der gewöhnlichen Bildung abweichend, aus saftigen, bald walzenförmigen, oder kantigen, kugeligen oder lappigen, einfachen oder verzweigten Stengeln bestehen und an welchen zahlreiche oft gefährliche Stacheln die Stelle der Blätter vertreten. Aber prachtvolle Blüthen brechen aus den meisten dieser krüppelhaften Gestalten und erregen durch den Gegensatz um so mehr unsere Verwunderung. Einige Cacteen sind im südlichen Europa eingebürgert. Nützlich ist besonders der Feigencactus (Cactus opuntia) durch seine eßbaren Früchte und der Cochenillencactus (Cactus coccinellifer). In den Wüsten sind die Cacteen erquickend durch ihren säuerlichen Saft und außerdem dienen sie als Brennstoff und zu undurchdringlichen Umzäunungen. Wegen ihrer Blüthen zieht man am gewöhnlichsten Cactus speciosus, C. flagelliformis und C. phyllanthoides). §. 169.

Familie der Myrten; Myrtaceae. Nur in den heißen Klimaten begegnen wir den Pflanzen dieser Familie, die alle ein flüchtiges Oel enthalten. Doch pflegen wir häufig als Zierpflanze die gewöhnliche Myrte, deren glänzend-grüne Blättchen und weiße Blüthen in den Locken einer Braut lieblich sich ausnehmen. Andere Produkte dieser Familie sind die Gewürznelken (von Caryophyllus), das Cajeputöl (von Melaleuca) und der pfefferartige Piment. Sehr wohlschmeckend sind die Gujava-Birnen und Aepfel (von Psidium) und die malabrischen Pflaumen (von Jambosa). Ostindien ist die Heimath aller dieser Pflanzen. §. 170.

Familie der Rosen; Rosaceae. Hier begegnen wir einer großen Anzahl uns wohlbekannter und meist sehr nützlicher Pflanzen. Obgleich manche Verschiedenheit herrscht, so lehrt doch die Betrachtung der Blüthen, daß die Königin der Blumen, die Rose, mit Recht dieser Familie ihren Namen verliehen hat. Es wäre überflüssig, diese durch die Dichter aller Zeiten und Völker gefeierte Blume hier besonders verherrlichen zu wollen. Indem wir ihrer Herrschaft huldigen, werde nur bemerkt, daß sie besonders geruchreich in Persien erscheint, wo das kostbare Rosenöl aus ihren Blumenblättern gewonnen wird. §. 171.

Nicht allein von der Rose selbst, sondern auch von den meisten der folgenden Pflanzen hat die Kultur eine außerordentlich große Anzahl von Abarten erzeugt. Wegen ihrer Früchte schätzen wir vorzüglich, als Arten der Gattung Prunus, die Pflaume, Zwetsche und Reine-Claude, die Aprikosen und Kirschen. Herb und

zusammenziehend sind dagegen die Früchte des **Schwarzdorns** (**Prunus spinosa**), die sogenannten Schlehen. Einen wahren Reichthum gewährt aber manchen Gegenden die Gattung **Pyrus** mit den Arten, Birne, Apfel und **Quitte**. Die Blätter des **Kirschlorbeers** und der **Traubenkirsche** (**Prunus padus**) enthalten geringe Mengen von Blausäure, was auch bei den bitteren Mandeln (**Amygdalus**) und überhaupt bei allen Samen dieser Familie der Fall ist. Zu Baumgängen pflanzt man nicht selten den **Vogelbeerbaum** (**Sorbus**), und zur Bildung von Hecken den **Weißdorn** (**Crataegus**). Wohlschmeckende Früchte sind ferner die **Erdbeere** (**Fragaria**), die **Himbeere** (**Rubus**) und die **Brombeere** (**Rubus fruticosus**). Alle diese Pflanzen gehören der zwölften Klasse an.

172. Familie der **Hülsenträger**; **Leguminosae**. In dieser großen, durch ihre Schmetterlingsblüthen (§. 56), Hülsenfrüchte und gefiederten Blätter wohlcharakterisirten Familie begegnen wir einer Menge sehr nützlicher Pflanzen. In den Samen derselben ist neben Stärke besonders reichlich stickstoffhaltiges Fibrin und phosphorsaurer Kalk enthalten, so daß sie zu den nahrhaftesten aller Pflanzenstoffe gerechnet werden.

Bekannt als solche sind die **Bohne** (**Phaseolus**), **Erbse** (**Pisum**), **Linse** (**Ervum**), **Platterbse** (**Lathyrus**), **Wicke** (**Vicia**) und als Viehfutter neben verschiedenen Arten des **Klee's** (**Trifolium**) die **Esparsette** oder der türkische Klee (**Onobrychis**), die **Luzerne** oder der ewige Klee (**Medicago sativa**) u. a. m. Der **Steinklee** (**Melilotus**) hat besonders im getrockneten Zustande einen angenehmen Geruch und wird unter den sogenannten **Kräuterkäse** gemischt und dem Schnupftaback zugesetzt.

Die Gewerbe erhalten aus dieser Familie einige der wichtigsten Farbestoffe, wie namentlich den **Indigo** (von **Indigofera**), die schönste und dauerhafteste aller Pflanzenfarben. Der meiste Indigo kommt aus Ostindien, wo man die Zweige der Pflanze in Kasten mit Wasser übergießt. Es entsteht eine Zersetzung, in Folge deren ein grüner Schaum auf die Oberfläche der Flüssigkeit sich erhebt, die gelb und trübe wird und an der Luft sich dunkelblau färbt und dann einen blauen Schlamm absetzt. Dieser wird gesammelt, in viereckige Stücke gepreßt und getrocknet. 1 Pfund Indigo kostet 1 bis 2 Thlr. Das **Kampeschen**- oder Blauholz (**Haematoxylon**) dient zum Färben von Blau, Violett, Schwarz, das **Fernambuck**- oder Rothholz (**Caesalpinia**) zur rothen Tinte.

Noch größer ist die Anzahl hierhergehöriger Pflanzen, welche die Medicin bereichern. Wir bemerken die verschiedenen **Mimosen** (**Acacia**), welche das **arabische Gummi** liefern, die abführenden **Sennesblätter** (von **Cassia**), das **Johannisbrot** (**Ceratonia**), die **Tamarinde**, das **Süßholz** (**Glycyrrhiza**), aus welchem der Lakritz bereitet wird; das **Traganthgummi** (**Astragalus**) und mehrere harzige und balsamische Produkte, von welchen wir nur den **Copal** (**Hymenaea**) und den **Perubalsam** (**Toluifera**) anführen.

Endlich sind nicht zu vergessen unsere **Acacien** (**Robinia**), der **Goldregen** (**Cytisus**) und die **Besenginster** (**Spartium**).

173. Familie der **Terebinthen**; **Terebinthaceae**. Diese reiche, den warmen

Ländern angehörende Familie liefert eine Menge von Harzen, aus welchen wir den Mastix (von Pistacia) und die Myrrhe (von Balsamodendron) erwähnen. Die verschiedenen Arten des Sumach (Rhus) besitzen gerbstoffreiche Rinden, die unter dem Namen Schmack zum Gerben und Färben benutzt werden. Der Giftsumach (Rhus toxicodendron) enthält ein flüchtiges Gift von eigenthümlicher Wirkung, die gewöhnlich ein Anschwellen desjenigen veranlaßt, der nur einige Blätter in der Hand hat oder sich in der Nähe des Baumes länger aufhält. Doch wirkt es nicht in gleicher Weise auf alle Personen. Anzureihen ist dieser Familie der bekannte Wallnußbaum (Juglans regia), dessen wohlschmeckende Nüsse zur Oelgewinnung benutzt werden und dessen Stamm als das geschätzteste unserer Hölzer zu Möbeln verarbeitet wird. Der Nußbaum gedeiht jedoch nur im südlichen Deutschland.

§. 174. Familie der **Kreuzdorne**; Rhamneae. Der Kreuzdorn (Rhamnus catharticus) hat schwarze Beeren, die einen blauen Saft enthalten, der, mit Kalkwasser vermischt und eingetrocknet, das Saftgrün darstellt. Die Kohle des Faulborns (Rhamnus frangula) wird vorzugsweise zur Bereitung des Schießpulvers geschätzt. Die Gattung Zizyphus liefert die Brustbeeren.

§. 175. Familie der **Rauten**; Rutaceae. Die Familie hat mehrere Unterabtheilungen, die zum Theil als selbstständige Familien betrachtet werden. Wir bemerken aus denselben: die Raute (Ruta), enthält ein stark riechendes flüchtiges Oel; der Diptam (Dictamnus), eine der schönsten unserer wildwachsenden Pflanzen, an dessen reicher purpurrother Blüthe in warmen Sommernächten zuweilen ein Leuchten beobachtet werden soll; das außerordentlich bittere Fliegenholz (Quassia) und das sehr dichte Pockenholz oder Franzosenholz (Gnajacum), beide Arzneimittel. Das letztere wird besonders zu Kegelkugeln verarbeitet.

§. 176. Familie der **Reben**; Ampelideae. Der Weinstock (Vitis vinifera) bildet für sich allein eine Familie. Obgleich sein Vaterland Persien ist, so hat er sich in Deutschland auf's Vortrefflichste heimisch gemacht, und die deutschen Zungen sind wenigstens im Lob des Rheinweins einig.

§. 177. Familie der **Ahorne**; Acerineae. Ein vorzügliches Material zu verschiedenen Holzarbeiten, unter anderen auch zu Pfeifenköpfen, liefern mehrere Arten des Ahorns (Acer), deren Holz überdies als Brennstoff geschätzt wird. Der Saft des Zucker-Ahorns wird in Nordamerika zur Zuckergewinnung benutzt.

§. 178. Familie der **Orangen**: Aurantiaceae. Diese dunkelblätterigen Bäume des südlichen Europas zeichnen sich fast in allen ihren Theilen durch einen Gehalt an lieblich duftendem Oele aus und durch schöne gelbe Früchte, die Citronensäure, zum Theil auch Zucker enthalten. Auch findet sich in den Schalen der Früchte, namentlich der unreifen, ein aromatisch bitterer Stoff. Wir erinnern an die Citrone (Citrus medica), die Orange oder Pomeranze (Citrus aurantium) und die Bergamotte (Citrus limetta), von welchen es mehrere Abarten giebt.

§. 179. Familie der **Camellien**; Camelliaceae. Außer den Camellien oder Chineser-Rosen, welche eine der schönsten Zierden der Gewächshäuser sind, enthält diese Familie den Theestrauch (Thea sinensis), dessen einziges Vaterland China ist, so daß alle Völker Europas dem Reich der Mitte für seinen Thee zinsbar sind. Die verschiedenen Theesorten entstehen aus der Verschiedenheit der Jahreszeit, des Alters und der Theile, in und von welchen Blätter gesammelt werden und in der mehr oder weniger sorgfältigen Zubereitung. Der Thee enthält denselben krystallisirbaren Stoff wie der Kaffee. Nach Europa brachte eine russische Gesandtschaft im Anfang des 17ten Jahrhunderts den ersten Thee aus China, dessen jährliche Theeproduction man auf ungefähr 500 Millionen Pfund anschlägt.

§. 180. Familie der **Büttnerien**; Buettneriaceae. Die Umgegend von Merico ist das Vaterland des Cacaos, dessen Bohnen von Theobroma cacao geerntet werden. Dieselben dienen zerrieben und mit Zucker vermischt zur Chocolade und enthalten denselben krystallisirbaren Stoff wie der Kaffee.

§. 181. Familie der **Malven**; Malvaceae. Diese Pflanzen, deren Staubfäden in ein Bündel verwachsen sind, gehören der 16ten Klasse an und enthalten meistens einen zähen Schleim. Angewendet werden deshalb die Eibischwurzel (Althaea), die kleine Malve oder Käspappel (Malva) und die Stockrose (Althaea rosea).

Eine der wichtigsten Pflanzen ist jedoch der Baumwollenstrauch (Gossypium), der aus seinem Vaterlande Afrika und Ostindien auch nach Westindien verpflanzt worden ist und selbst im südlichen Europa gedeiht. In seinen Samenkapseln entwickelt sich mit dem Reifen der Samen die Baumwolle, wie wir diese in ähnlicher Weise bei manchen unserer Pappeln und bei den Weidenröschen (Epilobium) wahrnehmen. Wir dürfen annehmen, daß bei weitem die Mehrzahl der Menschen sich in Baumwolle kleidet, und nicht allein der Anbau dieses Strauches, sondern auch die Verarbeitung beschäftigt Millionen von Menschen, ungeheure Fabrikanstalten und die kunstreichsten Maschinen.

Durchschnitt-Betrag der Baumwollenbewegung im Zollverein, aus den Jahren 1845—1849.

	Einfuhr		Ausfuhr	
	Centner preuß.	Werth Thlr. preuß.	Centner preuß.	Werth Thlr. preuß.
Rohe Baumwolle . . .	446,000	8,900,000	100,000	2,000,000
Verarbeitete Baumwolle .	524,000	19,875,000	115,000	13,646,000
	970,000	28,775,000	215,000	15,646,000

Familie der **Leine**; Lineae. Nächst der Baumwollenfaser ist die des §. 182. Flachses (Linum) der wichtigste Kleidungsstoff des Pflanzenreichs, und namentlich machte derselbe im nördlichen Europa der Baumwolle den Rang lange streitig. Größere Haltbarkeit und Fähigkeit der Auffagung des Schweißes, namentlich aber seine Verwendbarkeit zur Papierbereitung erhöhen den Werth des Flachses gegen den der Baumwolle. Das Leinöl wird als eintrocknendes Oel zu Farben und Firniß verwendet.

Familie der **Nelken**; Caryophylleae. Als Zierpflanzen finden wir in §. 183. allen Gärten die Nelken (Dianthus) und verschiedene Arten der Lichtnelke (Lychnis). Das Seifenkraut (Saponaria), dessen zerquetschte Blätter mit Wasser gerieben dieses in Schaum versetzen, und die in Getreidefeldern wachsende gemeine Kornrade (Lychnis githago) gehören gleichfalls hierher.

Familie der **Violen**; Violarineae. Das Veilchen (Viola odorata) ver- §. 184. dient schon um seiner bekannten Bescheidenheit willen hier einen Platz. Arten desselben sind das Stiefmütterchen (Viola tricolor) und das Ackerveilchen oder Freisamkraut (Viola arvensis), das als Thee gegen Hautkrankheiten gegeben wird. Die Wurzeln der Veilchenarten wirken brechenerregend.

Familie der **Kreuzträger**; Cruciferae. Hier haben wir wieder eine der §. 185. großen und wohlcharakterisirten Familien des Pflanzenreichs. Ihre Glieder gehören sämmtlich der 15. Klasse an, denn sie haben 6 Staubfäden, wovon 4 die längeren sind. Die Blüthen haben vier, in Form eines liegenden Kreuzes (><) gestellte Blätter, und ihre Früchte sind Schoten oder Schötchen. Alle Theile der Pflanze enthalten ein reizendes, schwefelhaltiges, flüchtiges Oel und die Samen liefern reichlich fettes Oel. Die Blätter werden durch Kultur sehr mächtig und zuckerreich und sind unsere gewöhnlichsten Gemüse. Ich darf nur des Sauerkrautes erwähnen, um die Bedeutung dieser Familie festzustellen. Die Wurzeln werden durch die Kultur fleischig und reich an Pflanzengallerte (Chem. §. 148).

Erwähnung verdienen: der Senf (Sinapis), die Kresse (Lepidium), der Meerrettig (Cochlearia), das Löffelkraut (Cochlearia officinalis) wird gegen den Scorbut gebraucht; der Rettig (Raphanus); als Zierpflanzen: die Levkoje, der Goldlack (Cheyranthus) und die Mond- oder Nachtviole (Lunaria). Von den verschiedenen Arten des Kohls (Brassica) bemerken wir den Reps (Brassica napus) und den Gemüsekohl (Brassica oleracea), dessen Spielarten Krauskohl, Wirsing, Blumenkohl, Blaukohl, Weißkraut oder Kopfkohl u. s. w. genannt werden; die weiße Rübe (Brassica rapa). Der Waid (Isatis tinctoria) hatte vor der Einführung des Indigos als blaue Farbe eine größere Bedeutung.

Familie der **Mohne**; Papaveraceae. Die bedeutendste Pflanze dieser §. 186. Familie ist der gewöhnliche Mohn (Papaver somniferum). Er enthält einen Milchsaft, welcher eingetrocknet das Opium liefert. In der Türkei und in Ostindien wird der Mohn zur Gewinnung des Opiums angebaut. In Deutschland ist er weniger saftreich, allein man baut ihn wegen des wohlschmeckenden

Oeles seiner Samen. Der Mohnsaft wirkt narkotisch-giftig, und die Orientalen bedienen sich desselben als eines berauschenden Mittels, mit höchst verderblichem Erfolg für ihre Gesundheit. Für Thee versieht England das chinesische Reich mit indischem Opium — ein schlechter Tausch! Das Opium ist ein Gemenge von Kautschuk, Harz und mehreren Pflanzensäuren und Pflanzenbasen, von welchen das Morphin (Chemie §. 128) die wichtigste ist.

Wild wachsend finden wir den Feldmohn oder die Klatschrose (Papaver rhoeas) und das Schöllkraut (Chelidonium) mit gelbem Milchsafte.

§. 187. Familie der **Seerosen**; Nymphaeaceae. Als Zierden der stehenden Gewässer kennen wir unsere weiße Seerose (Nymphaea), die nahe verwandt ist mit der ägyptischen Seerose oder Lotusblume (N. lotus), deren Samen und Wurzel eßbar sind und die man als Sinnbild des Reichthums auf ägyptischen Denkmälern häufig abgebildet findet. Wohl als die prachtvollste aller Pflanzen dürfen wir die guianische Seerose (Victoria regia) mit ihren weiß und rosenrothen Blüthen, die 4 Fuß in Umfang haben und mit Blättern von 15 Fuß im Umfang versehen sind, anführen.

§. 188. Familie der **Ranunkeln**; Ranunculaceae. Die Ranunkeln bilden eine zahlreiche, fast ganz der 13. Klasse angehörige Familie, deren sämmtliche Glieder mehr oder weniger Schärfe haben und zum Theil giftig sind. Viele derselben sind ihrer schönen Blüthe wegen Zierpflanzen, und einige werden in der Medicin angewendet.

Bemerkenswerth sind: die Gattung Ranunkel oder Hahnenfuß (Ranunculus), worunter die sogenannte Butterblume (Ranunculus acris und auricomus) auf allen Wiesen und der giftige Hahnenfuß (Ranunculus sceleratus) in sumpfigen Gegenden gemein ist; die schwarze Nießwurz (Helleborus); die Leberblume (Anemone); der Eisenhut (Aconitum); der Rittersporn (Delphinium); der Akeley (Aquilegia); der Schwarzkümmel (Nigella), auch Gretchen im Grünen genannt, und endlich die Teller- oder Essigrose (Paeonia). Die verschiedenen Arten der Waldrebe (Clematis) sind kletternde Sträucher, die häufig zu Lauben gezogen werden.

Schluß.

Von gegen dreihundert Familien, in welche das ganze Pflanzenreich zerfällt, haben wir im Vorhergehenden nur 70 angeführt. Unter den nicht genannten sind viele, die in botanischer Hinsicht nicht minderes Interesse darbieten, als die obigen. Es wurden vorzugsweise solche gewählt, deren Glieder hinreichend bekannt sind, um aus denselben das Bild einer Familie, auch ohne

genauere Beschreibung zur Vorstellung bringen zu können. Andere verdienten der Erwähnung durch die wichtigen Beziehungen, die sie zur Kulturgeschichte der Menschen einnehmen. Dabei ist mitunter eine kleinere Familie genannt, die eigentlich nur die Unterabtheilung einer größeren, hier nicht aufgeführten ausmacht, so daß gleichsam nicht alle Familien einen gleichen Rang haben. Auch ist auf manche Aenderung im Namen und Reihenfolge weniger Rücksicht genommen, als dies von Denjenigen zu erwarten ist, welche sich das Studiun der Botanik zur wissenschaftlichen Aufgabe machen und welchen die am Anfange dieses Abschnittes bemerkten ausführlicheren Werke zu empfehlen sind.





Zoologie.

»Die Thiere sind, mit dem Menschen verglichen, durchgängig Kinder, viele davon nur unreife; und in diesem Sinne kann man den Menschen das einzige ausgewachsene Thier nennen.«

Oken.

Hülfsmittel: Liebig, J. von, die Thierchemie oder die organ. Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. 3te Aufl 1. Abth. 1846. 1 Thlr. 8 Sgr. gr. 8. Braunschw., Fr. Vieweg u. Sohn.
Oken, Zoologie. 4 Bde, gr. 8. Stuttgart, Hoffmann. 1833—40. 11 Thlr. 8 Sgr.
Valentin, G., Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2te verbesserte Aufl. 2 Bde. gr. 8. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1847—50. 11 Thlr. 16 Sgr.
Valentin, G., Grundriß der Physiologie des Menschen. 3te verbesserte Auflage. gr. 8. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn. 1850. 4 Thlr.
Voigt, F. S., Lehrbuch der Zoologie. 5 Bde. mit 13 Kupfertafeln. gr. 8. Stuttgart, Schweizerbart, 1835—39. 9 Thlr. 18 Sgr.
Wiegmann und Ruthe, Handbuch der Zoologie. 3te Aufl. Berlin 1843. 1 Thlr. 8 Sgr.

§. 1. Die **Zoologie** ist die Wissenschaft von den ungleichartigen Gegenständen des Erdkörpers mit äußerer Bewegung, die wir **Thiere** nennen. Diese Wissenschaft kann daher auch als **Thierkunde** bezeichnet werden.

Das Thier erscheint ungleichartig, da an seinem Körper verschiedene einzelne Theile wahrgenommen werden, welche zu den Zwecken des Ganzen noth-

wendig sind und von diesem nicht getrennt werden können, ohne jene Zwecke mehr oder weniger zu beeinträchtigen. Wir haben bereits in der Botanik diese Theile als Organe bezeichnet und nachgewiesen, daß sie den Mineralen fehlen.

Die äußere Bewegung der Thiere zeigt sich in dem Vermögen, ihre Stelle zu ihrer Umgebung oder die Lage ihrer einzelnen Theile zu verändern, und zwar unabhängig von zufälligen Einflüssen, denn diese sind es, die auch bei einigen Pflanzen vorübergehend eine äußere Bewegung veranlassen, wie z. B. bei der Sinnpflanze (Mimosa pudica), die bei der geringsten Berührung ihre Blättchen zusammenfaltet und ihre Zweige senkt. Allein abgesehen hiervon, finden wir bei den Pflanzen nur die Bewegung der flüssigen Theile in ihrem Inneren, die Saftbewegung. Das Thier dagegen hat neben der inneren auch die äußere Bewegung.

§. 2. Ein weiteres Merkmal des Thieres ist sein Empfindungsvermögen. Dieses ist schon dadurch ausgesprochen, daß jedes Thier von selbst die günstigsten Bedingungen für sein Bestehen aufsucht, daß es durch ein inneres Gefühl dazu angetrieben wird. Aber auch jeder von außen auf das Thierleben störend wirkende Eingriff wird von diesem lebendig empfunden. Das Thier nimmt diesen nicht wie die Pflanze mit leidender Duldung hin, sondern setzt demselben nach Kräften den selbstthätigsten Widerstand entgegen.

Die den Thieren eigene Empfindung ist einer bedeutenden Ausbildung fähig. Es ist bekannt, daß Thiere, die stets in der Umgebung des Menschen sind, eine so gesteigerte Empfindung erhalten, daß sie jede Bewegung, den Ton der Stimme, ja den Blick des Auges ihres Herrn auf das Genaueste verstehen und diesem gemäß sich verhalten.

Die Fähigkeit des Thieres, ein den äußeren Verhältnissen und seinen Bedürfnissen angemessenes Verhalten anzunehmen, bezeichnen wir als Willen, und nennen daher auch die Bewegung des Thieres eine willkürliche oder freiwillige.

§. 3. Ein Thier erscheint um so vollkommener, je mannichfaltiger die Anzahl seiner Organe ist, und je mehr diese einzelnen Organe ausgebildet sind. Es giebt Thiere, deren ganzer Körper nur ein einziges Organ ist, und welche die größte Aehnlichkeit mit einer Pflanzenzelle besitzen, während andere aus einer großen Anzahl der verschiedensten Organe bestehen.

Zum Verständniß eines Thierkörpers ist daher die Kenntniß aller thierischen Organe durchaus nothwendig. Am vollständigsten finden wir diese am Körper des Menschen vereinigt, und die genaue Betrachtung desselben macht uns mit allen Organen, die im Thierleben eine Rolle spielen, bekannt. Vergleichen wir hernach den Körper eines Thieres mit dem des Menschen, so werden wir leichter im Stande sein, über den Grad von dessen Vollkommenheit ein Urtheil zu fällen. Es ist gleichsam, als ob man sich mit den Einzelnheiten eines höchst vollkommen eingerichteten Hauswesens oder Staats bekannt mache, wodurch man nachher mit Leichtigkeit jedes minder Zusammengesetzte überblickt.

Der eigene Körper ist uns überdies der Nächste. Nicht nur sind wir mit

seiner äußeren Gestaltung von jeher vertraut, sondern auch über manche seiner inneren Thätigkeiten können wir uns leichter bestimmtere Vorstellungen bilden, als am fremden Thierkörper und seinen Organen, auf welche wir ohnehin immer die Bedeutung der menschlichen übertragen müssen. Indem wir daher mit der Betrachtung des menschlichen Körpers beginnen und nachher denselben mit dem Baue der Thiere vergleichen, schreiten wir vom Bekannteren zum Unbekannteren.

§. 4. Wir betrachten das Gesammtgebiet der Zoologie in zwei Hauptabtheilungen. Der erste Abschnitt lehrt uns die thierischen Organe und deren Verrichtungen kennen. Im zweiten Abschnitte werden die Thiere nach ihren inneren und äußeren Merkmalen eingetheilt, benannt und beschrieben.

I. Die Organe und ihre Verrichtungen.

(Anatomie und Physiologie.)

---

§. 5. Betrachten wir den menschlichen Körper auch noch so flüchtig, so fällt uns die Verschiedenheit seiner Theile in Form und Stoff, in Lage und Zweck leicht in die Augen. In Hinsicht des Stoffes sehen wir vor allen Dingen, daß der Körper theils aus flüssiger, theils aus fester Masse besteht. Die Flüssigkeit des Thierkörpers ist von den festen Theilen desselben entweder eingesaugt oder von denselben ringsum eingeschlossen, und erhält je nach ihrer Beschaffenheit verschiedene Namen, wie später gezeigt wird.

Der feste Theil des Thierkörpers wird im Allgemeinen mit dem Namen Gewebe bezeichnet, obgleich er in den meisten Fällen nicht entfernt Aehnlichkeit hat mit dem, was man gewöhnlich unter Gewebe versteht.

§. 6. Wenn die Untersuchung uns lehrt, daß bei der Pflanze die vielen verschieden gestalteten kleinsten Organe, welche das Mikroskop im inneren Bau derselben zeigt, nichts Anderes als Umbildungen und abgeänderte Formen der einfachen, schlauchförmigen Zelle sind, auf die alle sich zurückführen lassen, so findet dagegen beim Thierkörper ein ähnliches Verhältniß nicht Statt. Derselbe zeigt uns vielmehr, daß bei der Untersuchung seiner Gewebe durch das Mikroskop dieselben aus wenigstens vier verschiedenen Grundgebilden bestehen, die sowohl einzeln, als auch vermengt vorkommen und an welchen sich kein Uebergang der einen Form in die

andere nachweisen läßt, wie etwa bei der Pflanze der Uebergang der Zelle zum Gefäß (Botanik §. 14). Diese größere Mannichfaltigkeit der Grundgebilde ist schon eine Andeutung der höheren Entwickelung des Thierkörpers.

Als Grundgebilde der verschiedenen Körpertheile des Thieres bezeichnen wir das Zellgewebe, richtiger Zellen-Anhäufung genannt, die Muskelfaser, die Nervenfaser und die Knochenmasse.

§. 7. Ein Theil der thierischen Gewebe besteht also aus Zellen, d. h. aus vollkommen geschlossenen mikroskopischen Bläschen, die mit verschiedenem Inhalt gefüllt sind. Die Oberhaut und die feineren Ueberzüge der inneren Schleimhäute führen solche Zellen, deren Wände aus Hornmasse bestehen. Betrachten wir das Fett, so erkennen wir dasselbe als eine Zusammenhäufung kleiner, aus eiweißartiger Substanz bestehender Bläschen, die von den fettigen Stoffen ausgefüllt werden.

Enthalten jene Zellen gefärbte Körnchen, so bilden sie die sogenannten Pigmentmassen, von denen oft die verschiedenfarbigen Flecken der Haut der Thiere herrühren.

Manche Zellen sind in ungleichartigen Massen anderer Gewebe, wie z. B. in den Knorpeln mancher Knochen u. a. m. eingelagert.

Eine andere Reihe von Geweben besteht aus sehr feinen, walzenförmigen Fäden, sogenannten Fasern, ähnliche Gebilde verflechten sich um die meisten Schleimhäute, die Kapseln, der Gelenke u. a. m. zu bilden.

§. 8. Die Muskel bestehen aus eigenthümlichen, breiteren Fasern, die in zwei Klassen zerfallen. Die einen zeichnen sich dadurch aus, daß Querlinien ihre Oberfläche bedecken, welches Merkmal den anderen mangelt, an welchen dagegen besondere, rundliche bis länglich rundliche Gebilde, sogenannte Kerne vorkommen. Die ersteren finden sich in den rothen Muskeln des Rumpfes und der Glieder, im Herzen u. dgl., die letzteren in den Blasen und Schläuchen des Nahrungskanales.

§. 9. Die Nerven und die weißen Massen des Gehirns und des Rückenmarkes enthalten eine andere Art von Fasern, in welchen ein öliger Inhalt von einer gleichartigen, durchsichtigen Hülle eingeschlossen wird. Zellenartige Gebilde eigenthümlicher Art, die sogenannten Ganglienkugeln oder Nervenkörper, kommen in der grauen Masse des Nervensystems vor.

§. 10. Die Knochen bestehen aus einer blätterigen Grundmasse, in welche die Knochenkörperchen als spindelförmige Gebilde eingelagert sind. Eine Menge netzförmig verbundener Gänge oder Markkanälchen, die mit Markfett erfüllt sind, durchzieht das Ganze. Feinere Aeste gehen von den Knochenkörperchen aus. Der kleinste Theil der Zahnmasse, nämlich der Cäment genannte Ueberzug derselben, zeigt denselben Bau wie die übrigen Knochen. Die innere dichte Zahnsubstanz dagegen besteht aus einer gleichartigen, bis faserigen Grundmasse, die von einem Systeme mikroskopischer Röhrchen, den sogenannten Zahnröhrchen oder Zahnfasern, durchzogen wird. Der Schmelz der Zähne enthält eigenthümliche prismatische Fasern, die sich auf das Innigste verflechten.

§. 11. Wenn von der Lage der Theile des Körpers die Rede ist, so hat dies keinen anderen Zweck, als die Masse desselben in räumlicher Beziehung sowohl im Aeußeren als Inneren in mehrere Gebiete abzutheilen und entsprechend zu bezeichnen.

Die größere äußere Leibesmasse wird Rumpf genannt, von welchem gleich dünneren Aesten vier Glieder ausgehen. Ebenso vom Rumpfe abgesondert erscheint der Kopf, der beim Menschen die höchste, bei den Thieren die vorderste Stelle einnimmt. Außerordentlich wechselnd sind in dieser Beziehung die Verhältnisse im ganzen Thierreich, wo wir häufig die Anzahl der Glieder ungemein sich vermehren und ebenso häufig dieselben ganz verschwinden sehen.

Am Rumpf unterscheiden wir als oberen Theil die Brust, als unteren Theil den Bauch. Beim Aufschneiden des Rumpfes zeigt es sich, daß derselbe im Inneren eine Aushöhlung darbietet, die jedoch von gewissen Organen, welche im Allgemeinen als die Eingeweide bezeichnet werden, so vollständig ausgefüllt ist, daß nirgends ein eigentlich hohler Raum sich befindet.

Die Leibeshöhle wird durch ein starkes Hautgebilde, das Zwerchfell (Diaphragma), in die Brusthöhle und in die Bauchhöhle abgetheilt. In der Brusthöhle finden wir die Lunge mit der Luftröhre und das Herz mit den Hauptaderstämmen; die Eingeweide der umfangreicheren Bauchhöhle sind der Magen mit den Gedärmen, die Leber, die Milz, die Nieren und die Blase.

§. 12. Wir theilen nun die Organe durchaus weder nach Form und Stoff ein, noch nehmen wir auf ihre Lage Rücksicht, sondern einzig und allein auf ihren Zweck. Wir unterscheiden dieselben hiernach in Bewegungsorgane, Lebensorgane und Sinnorgane.

Insofern mehrere Organe derselben oder verschiedener Art zu einem gemeinsamen Zwecke zusammenwirken und daher in gegenseitiger nothwendiger Beziehung gedacht werden, bilden sie ein System. Man spricht in diesem Sinne vom Knochensysteme, von den Systemen der Verdauung, des Blutumlaufs u. a. m.

---

1) Bewegungsorgane.

---

§. 13. Die Bestimmung dieser Organe ist die Bewegung der einzelnen Theile des Körpers, und es gehören hierher: 1. Die Knochen. 2. Die Muskel. 3. Die Nerven. Dieselben treten niemals einzeln für sich, sondern stets in gegenseitiger Verbindung und Wechselwirkung auf und bilden somit das System der Bewegung (animales System), welches den Pflanzen gänzlich fehlt.

1. Die Knochen.

§. 14. Die Knochen, als die einzigen festen Theile des Körpers, von sehr bestimmter Form, geben demselben eine Unterlage, an welche sich die Muskel anheften und die Häute befestigen. Dieselben schützen die zartesten und empfindlichsten Gebilde unseres Körpers, indem sie die Hauptmasse der Nerven, das Gehirn und das Rückenmark, umgeben und einschließen.

Sämmtliche Knochen zusammengenommen bilden das Knochengerüste oder Skelet. Da alle höheren Thierformen nur die Umkleidung des Skeletes sind, so stellt dieses gleichsam die Grundlinien für den Bau eines Thieres dar und ist zugleich wegen seiner Dauerhaftigkeit der werthvollste Theil zur Erkennung der Thiere. In der That ist die aufmerksame Betrachtung der Skelete ebenso nothwendig zum gehörigen Verständnisse eines Thieres, wie etwa nur die innere Fügung des Dachstuhls und nicht die äußere Bekleidung uns ein richtiges Urtheil über den Bau eines Daches giebt.

§. 15. Die Knochen bestehen aus Gewebe, in welchem phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk abgelagert ist (Chemie §. 51). In 100 Pfund frischer Knochen sind 33 Pfund Gewebe enthalten, die sich durch Kochen als Leim oder Gallerte ausziehen lassen. Das Uebrige besteht aus 58 Pfund phosphorsaurem Kalk und 9 Pfund kohlensaurem Kalk. Die Knochen der Knorpelfische und manche Knochentheile enthalten weniger und oft kaum Spuren von Kalk; sie sind daher weich und werden Knorpel genannt. Sehr harte Knochengebilde, wie die Zähne, sind reicher an Kalk.

Die Benutzung der Knochen zu Leim, Knochenkohle, Phosphorgewinnung und Dünger siehe Chemie §. 44, 51, und Botanik §. 101.

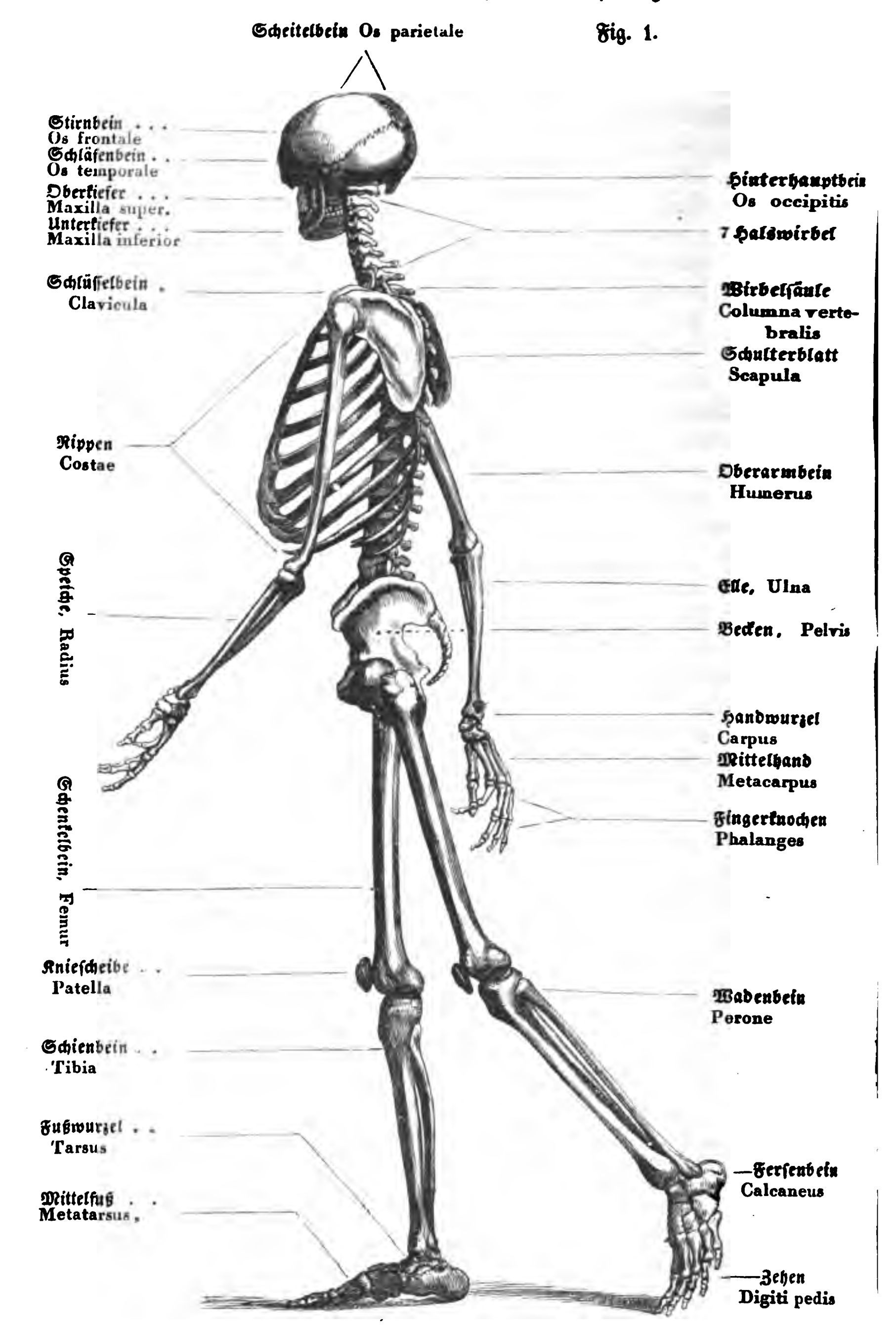
Man unterscheidet Knochen des Rumpfes, der Glieder und des Kopfes, welche in der Abbildung (Fig. 1, S. 534) bezeichnet sind.

a. Knochen des Rumpfes.

§. 16. Der wichtigste Theil des Rumpfes ist die Wirbelsäule, die von einer Reihe unregelmäßiger kleinerer Knochen gebildet wird, welche Wirbelbeine heißen, und deren beim Menschen 33 gezählt werden, nämlich 7 Halswirbel, 12 Rückenwirbel, 5 Lendenwirbel, 5 Kreuzwirbel, welch letztere unter einander verwachsen sind, und 4 Schwanzwirbel.

Fig. 2.

Die Wirbelsäule, auch Rückgrath genannt, stellt gleichsam eine der Länge nach durch den Körper gelegte Axe vor, die aus einzelnen Theilen zusammengesetzt und daher biegsam ist. Die einzelnen Wirbel haben nach vorn einen plattenförmigen Theil, Fig. 2 *a*, mit welchem sie auf einander liegen, und nach hinten den sogenannten Dornfortsatz *b*, der namentlich bei manchen Thieren sehr hoch ist. Zu beiden Seiten sind die Querfortsätze *c* und in der Mitte eine Oeffnung, wodurch beim Aneinanderfügen mehrerer Wirbelbeine ein Kanal entsteht, welcher zur Aufnahme des Rückenmarkes dient.


Scheitelbein Os parietale
Fig. 1.
Stirnbein
Os frontale
Schläfenbein
Os temporale
Oberkiefer
Maxilla super.
Unterkiefer
Maxilla inferior
Schlüsselbein
Clavicula
Rippen
Costae
Speiche, Radius
Schenkelbein, Femur
Kniescheibe
Patella
Schienbein
Tibia
Fußwurzel
Tarsus
Mittelfuß
Metatarsus
Hinterhauptbein
Os occipitis
7 Halswirbel
Wirbelsäule
Columna vertebralis
Schulterblatt
Scapula
Oberarmbein
Humerus
Elle, Ulna
Becken, Pelvis
Handwurzel
Carpus
Mittelhand
Metacarpus
Fingerknochen
Phalanges
Wadenbein
Perone
Fersenbein
Calcaneus
Zehen
Digiti pedis

Manche Thiere haben eine geringere Anzahl von Wirbelbeinen als der Mensch, andere bei weitem mehr. So zählt man an Schlangen 150 und selbst mehr Wirbelbeine

§. 17. Die **Rippen** hängen paarweise an den Querfortsätzen der 12 Rückenwirbel, so daß deren 24 vorhanden sind. Die sieben oberen Paare sind länger und heißen ächte oder Brustrippen, die fünf unteren sind kürzer und werden die kurzen oder Bauchrippen genannt.

Die Rippen sind auf der vorderen Seite mit einem länglichen platten Knochen, dem **Brustbeine**, verwachsen, und es ist auf diese Weise das Gerüste des **Brustkastens** (Thorax) geschlossen.

b. Knochen der Glieder.

§. 18. Die Glieder sind immer paarweise, in völlig gleicher Ausbildung vorhanden.

Man unterscheidet dieselben in Ober- oder Vorderglieder, und in Unter- oder Hinterglieder.

Knochen der Vorderglieder: Das **Schulterblatt** ist ein flacher, etwas dreieckiger Knochen von beträchtlicher Breite, der oben am Rücken liegt, und dessen obersten Theil die Schulter bildet. Am Ende derselben fügt sich das **Schlüsselbein** an, das nach dem oberen Theile des Brustbeins reicht und an diesem befestigt ist.

Der Schulterknochen und das Schlüsselbein bilden an ihrer Vereinigungsstelle eine rundliche **Gelenkhöhle**, in welche das **Oberarmbein** mit einem entsprechenden **Gelenkkopfe** eingefügt ist. Der Unterarm wird von zwei Knochen gebildet, wovon der vordere, am Daumen liegende, **Speiche**, und der hintere, am kleinen Finger liegende, die **Elle** heißt.

Die Hand besteht aus drei Abtheilungen, nämlich Handwurzel, Mittelhand und Finger.

Die **Handwurzel** wird von acht kleinen, würfelförmigen Knochen gebildet, die in zwei Reihen neben einander liegen. Diese kleinen Knochen gestatten der Hand eine große Beweglichkeit und Anstrengung. Sie brechen namentlich die Wirkung einer plötzlich und heftig eintretenden Gewalt, so daß z. B. das Fallen auf die Hände in der Regel eine nachtheilige Folge des Fallens verhütet.

Die **Mittelhand** besteht aus fünf, ziemlich gleich langen Knochen.

Die **Finger** zählen am Daumen zwei, an jedem anderen Finger drei Knochen, welche die entsprechenden Glieder bilden.

Im Ganzen zählen wir demnach an beiden Armen 64 einzelne Knochen.

§. 19 Knochen der Hinterglieder: Dieselben haben in Zahl, Form und Stellung große Uebereinstimmung mit denen der Vorderglieder. Den obersten Theil derselben bildet das Becken, ein großer, etwas muldenförmiger Knochen, der hinten mit den Kreuzwirbeln verwachsen ist.

Das Becken besteht ursprünglich aus drei Knochen, die erst später mit einander verwachsen und von welchen der breitere das **Hüftbein** (Os ilii), der

untere das **Sitzbein** (Os ischii) und der vordere das **Vorderhüftbein** (Os pubis) bildet, welches dem Schlüsselbeine entspricht.

An ihrer Vereinigungsstelle bilden diese drei Knochen eine tiefe Gelenkpfanne, in welche der Kopf des **Schenkelbeins** eingelenkt ist, das von allen Knochen des menschlichen Körpers die größte Länge besitzt. Am unteren Ende des Schenkelbeins liegt vornan ein kleiner, platter, dreieckiger Knochen, die **Kniescheibe**, und es schließen sich hier zugleich das **Schienbein** und das **Wadenbein** an.

Der Fuß besteht aus sieben **Fußwurzelknochen**, wovon unmittelbar unter dem Schien- und Wadenbeine das **Sprungbein**, und unter diesem das **Fersenbein** liegen, worauf noch ein einzelner und dann vier Fußwurzelknochen in einer Reihe folgen.

Die **Mittelfußknochen** und die der **Zehen** reihen sich in Zahl und Lage ganz wie die entsprechenden Knochen der Hand an.

Da das Becken aus mehreren Knochen zusammengewachsen ist, so zählen die beiden Unterglieder im Ganzen nur 61 einzelne Knochen.

c. Knochen des Kopfes.

§. 20. Die Knochen des Kopfes lassen sich wegen ihrer unregelmäßigen Gestalt und ineinander geschobenen Lage nur schwierig beschreiben. Ursprünglich bilden sie eine größere Anzahl, allein sie verwachsen mit der Zeit, und die Stellen, wo dieses geschieht, bleiben am Schädel als sogenannte **Nähte** deutlich erkennbar.

Im Ganzen genommen läßt sich der Kopf in einen hinteren und vorderen Theil unterscheiden, welch ersterer aus der Hirnschale und letzterer aus den Kiefern besteht. Beim Menschen wird die Hirnschale richtiger als oberer und die Kiefer als unterer Theil bezeichnet.

§. 21. Die **Hirnschale** besteht aus dem am Grunde und an der Hinterdecke des Schädels liegenden **Hinter-Hauptbeine**, welches oben einen Höcker, bei vielen Thieren einen Kamm hat. Man findet an demselben das **Hinterhauptloch**, durch welches vom Gehirn das sogenannte verlängerte Mark in das Rückenmark übergeht. Zur Hirnschale gehören ferner: das **Stirnbein**, die beiden **Scheitelbeine** und **Schläfenbeine**, sämmtlich durch Nähte aneinanderschließend und das Gehirn umgebend. Mit diesen verwachsene und innere Theile des Kopfes bildende Knochen sind das **Keilbein**, mit den Flügelfortsätzen, und das **Pflugscharbein**, während das **Riechbein**, **Siebbein** und **Thränenbein** die Grundlage der Nase bilden.

§. 22. Die **Kiefer** erscheinen beim Menschen als unterer, bei den Thieren als vorderer Theil des Kopfes und werden in Oberkiefer und Unterkiefer unterschieden.

Der **Oberkiefer** hat als mittleren Theil den Zwischen- oder Mittelkiefer, in welchem jederseits zwei Schneidezähne stecken, und der an jeder Seite mit dem Oberkieferbein verwachsen ist, welches einen Eckzahn und fünf andere Zähne enthält.

Der *Unterkiefer* des Menschen ist aus einem einzigen Stücke gebildet und hinten am Ohre in das Schläfenbein eingelenkt. Bei den Vögeln, Fischen und Lurchen bestehen die Kiefer aus mehreren Stücken, die gleichsam nur zusammengelöthet sind. Bei den Insecten sind die entsprechenden Theile ganz getrennt und greifen daher wie Zangen in einander.

§. 23. In entsprechenden Höhlen der Kiefer sitzen die *Zähne*. Man zählt deren im Ganzen 32, wovon jeder Kiefer die Hälfte besitzt. Man unterscheidet vier Arten derselben, nämlich vorn im Zwischenkiefer zwei *Schneidezähne*, worauf nach der Seite hin ein *Eckzahn*, zwei unächte Backen- oder *Lückenzähne* und drei ächte *Backenzähne* folgen.

Der obere, freie Theil des Zahnes heißt *Krone*, der untere *Zahnwurzel*. Die vorderen Zähne haben eine einfache, die hinteren eine zwei-, drei- und viertheilige Wurzel.

Die Substanz der Zähne ist härter als die der übrigen Knochen, und der äußerste härteste Theil wird *Schmelz* oder *Cäment* genannt. Bei vielen Thieren bildet das Schmelz nur einen dünnen Ueberzug über den weicheren Zahn, so daß dieser ziemlich schnell abgenützt wird. Es ist dies namentlich bei den grasfressenden Thieren der Fall. Dauerhafter sind die sogenannten *Faltenzähne*, bei welchen das Schmelz eine oder mehrere, theilweise oder ganz durch den Zahn gehende Querfalten, sogenannte *Schmelzleisten*, bildet.

Jeder Zahn hat am unteren Ende der Wurzel eine kleine Oeffnung, durch welche ein Blutgefäß und ein Nerv in denselben eintreten und ihm Nahrung zuführen und Empfindung verleihen.

Die Zähne entwickeln sich verhältnißmäßig spät, manche erst im reiferen Alter. Die vorderen Zähne werden im 6sten bis 10ten Jahre gewechselt und erscheinen nicht wieder, wenn sie zum zweitenmale verloren werden.

Nicht alle Thiere haben die genannten Zahnarten, und namentlich fehlen vielen derselben die Lückenzähne Die Eckzähne sind oft unverhältnißmäßig entwickelt und heißen alsdann Hauer oder Stoßzähne. Die Zähne gehören mit zu den wichtigsten Merkmalen der höheren Thiere, da ihre Beschaffenheit nicht allein auf die Lebensweise, sondern auch auf das Alter und die Größe der Thiere mit Sicherheit schließen läßt.

§. 24. Im Ganzen beträgt die Anzahl der einzelnen Knochen des Erwachsenen 207. Sie ist größer bei dem unausgebildeten Kinde, wo viele Theile derselben aus Knorpel bestehen, die später verknöchern. Das vom Fett gereinigte und ausgetrocknete Skelet des Erwachsenen wiegt 9 bis 12 Pfund und macht daher $^1/_{16}$ bis $^1/_{11}$ seines Gewichtes aus, das im Mittel zu 137 Pfund angenommen wird.

§. 25. Wir finden Knochen oder Knorpel, welche ein Gehirn und Rückenmark einschließen, nur bei den größeren und vollkommneren Thieren, für welche daher das Vorhandensein der Wirbelsäule ein charakteristisches Merkmal ist, so daß in der That das Gesammtthierreich in zwei Hauptgruppen zerfällt, nämlich in *Wirbellose* und in *Wirbelthiere*. Zu ersteren zählt man die Krustenthiere,

Kerbthiere, Spinnen, Würmer, Weichthiere, Strahlthiere, Eingeweidewürmer, Quallen, Pflanzenthiere und Aufgußthiere; zu letzteren die Säugethiere, Vögel Lurche und Fische.

§. 26. Die Knochen sind mit einer feinen, meist sehr empfindlichen Haut, der sogenannten **Beinhaut**, überzogen. Mit Ausnahme der Zähne verbreiten sich in die Knochenmasse nur sehr wenige Nerven und außerdem höchst feine Blutgefäße, welche das Wachsthum der Knochen unterhalten. Im Inneren sind die Knochen in der Regel weniger dicht. Sie erscheinen da häufig porös, oder als ein Gewebe von Knochenmasse oder gänzlich hohl und werden in diesem Falle als Röhrenknochen bezeichnet. Die Röhre ist gewöhnlich mit einer fetten Substanz, dem **Mark**, ausgefüllt. Im Alter nimmt die Kalkmasse der Knochen zu, das Fett dagegen ab, wodurch dieselben spröder und leichter zerbrechlich werden. Die Knochen der Vögel sind dünn und fast alle hohl, wodurch sie ein zu ihrem Umfange verhältnißmäßig geringes Gewicht haben.

An den Gelenken stoßen die Knochen nicht unmittelbar an einander, sondern sie sind durch weiche Knorpel verbunden, und namentlich sind die Gelenkköpfe und Gelenkpfannen mit außerordentlich glattem Knorpel überzogen. Ueberdies befindet sich zwischen beiden noch die sogenannte **Gelenkflüssigkeit**, so daß die Bewegungen der Glieder ohne alle Reibung mit der größten Leichtigkeit ausgeführt werden können.

2. Die Muskel.

§. 27. Wie bereits in §. 8 angedeutet wurde, bestehen die Muskel aus der Vereinigung dünner Fasern, welche die Fähigkeit besitzen, sich zu verkürzen. Als chemische Bestandtheile finden wir in 100 Gewichtstheilen getrockneter Muskelfaser 54 Gewichtstheile Kohlenstoff; 7 Wasserstoff; 21 Sauerstoff; 15 **Stickstoff**, nebst geringen Mengen von Schwefel, Phosphor und Alkalien (1,4 Proc.). Der frische Muskel enthält 77 Proc. Wasser. Die Muskel der Lurche, Vögel und Säugethiere sind roth gefärbt, die der Fische sind weiß. Bei den Wirbellosen sind die Muskel zwar unvollkommen ausgebildet, allein sie lassen sich fast bis zu den untersten nachweisen. Die Muskelgebilde werden in der gewöhnlichen Benennung als **Fleisch** bezeichnet.

§. 28. Die Muskel bilden die nächste Umgebung der Knochen, welche so von denselben bekleidet sind, daß sie, mit Ausnahme der Zähne, nirgends sichtbar werden. In der Regel stellt ein Muskel einen in der Mitte verdickten, an beiden Enden in dünne Bänder auslaufenden Körper dar, welcher durch eine besondere Haut eingeschlossen und von den dicht daneben liegenden Muskeln getrennt ist. Die dünnen Theile der Muskel sind außerordentlich zähe, sie werden **Sehnen** oder Flechsen genannt und sind immer mit Knochen verwachsen. Ihrerseits werden die Muskel entweder von einer mehr oder weniger dicken Fettlage oder unmittelbar von der Haut bedeckt. In ihre Masse verbreiten sich zahlreiche, die Unterhaltung derselben besorgende Blutgefäße, viele Bewegungs-, aber we-

nige Empfindungs-Nerven, so daß ein Muskel zerschnitten werden kann, ohne besondere Schmerzen für den Operirten.

Die Verbindung der Muskel mit dem Knochen ist meistens der Art, daß zwischen je zwei Knochen ein Muskel befestigt ist. So ist z. B. der sogenannte zweiköpfige Armmuskel an seinem oberen Ende mit dem Oberarmknochen verwachsen und läuft an der inneren Seite des Armes nach der Speiche, mit welcher sein unteres Ende verwachsen ist. Verdickt sich jetzt dieser Muskel durch seine Zusammenziehung in der Mitte, so biegt sich der Unterarm einwärts. Die Länge und Stärke der verschiedenen Muskel ist außerordentlich verschieden.

Ein jeder Muskel entspricht einer bestimmten Bewegung; es tragen jedoch zu mancher Bewegung mehrere Muskel bei. Das Durchschneiden eines Muskels hebt daher eine Bewegung vollständig auf, oder schwächt oder verändert dieselbe mehr oder weniger. Ist durch die Thätigkeit eines Muskels irgend ein Körpertheil aus seiner Lage gebracht, so kann derselbe Muskel die frühere Lage nicht wieder herstellen, sondern es ist dazu ein zweiter Muskel vorhanden, dessen Bestimmung eine gerade entgegengesetzte ist. Man unterscheidet daher auch sämmtliche Muskel der Glieder in Beuger, die zum Biegen derselben dienen, und in Strecker. Erstere laufen über den inneren Winkel der Gelenke, letztere über den äußeren her.

§. 29. Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich von selbst, daß die Anzahl der vorhandenen Muskel beträchtlich sein muß, und da dieselben fast sämmtlich auf jeder Seite, also doppelt vorhanden sind, so zählt man am Menschen gegen 238 Muskelpaare. Die Beschreibung und die Aufzählung derselben gehört der Anatomie als besonderem Fache an.

Als einer Eigenthümlichkeit ist jedoch der hautartig verbreiteten Muskel zu gedenken, durch welche z. B. der Igel vermögend ist, sich zusammenzurollen und seine Stacheln emporzurichten und das Pferd seine Rückenhaut und der Mensch seine Kopfhaut bewegen kann.

3. Die Nerven.

§. 30. Die Masse, aus welcher die Nerven bestehen, ist, wie bereits §. 9 gezeigt wurde, sowohl nach ihrer Form als auch in ihrer Zusammensetzung wesentlich eine besondere. Sie erscheint als eine weiße, käseartige Mark-Substanz, die an manchen Stellen in größerer Menge auftritt und da von einer grauen Substanz umgeben ist, während sie anderwärts die Gestalt von Fäden oder Schnüren annimmt, die meist netzartig verbunden sind.

Unter dem Mikroskop erscheint die Nervenmasse als ein Gemenge von grauer und weißer Substanz, von Fett und Eiweiß. Hundert Gewichtstheile der ersteren enthalten: 66 Thle. Kohlenstoff; 10 Wasserstoff; 19 Sauerstoff; 2 Stickstoff und 0,9 Theile Phosphor, so daß diese Masse durch ihren großen Gehalt an Phosphor, vor allen übrigen Körpertheilen sich auszeichnet.

§. 31. Die Hauptnervenmasse bildet das Gehirn. Dasselbe ist von den festen

Knochen der Hirnschale eingeschlossen und unter dieser nochmals durch die harte Hirnhaut geschützt. Seine Form ist halbrundlich, die Größe etwa der oberen Hälfte des Kopfes entsprechend, und es ist durch einen tiefen Einschnitt in zwei Hälften getheilt. Die Oberfläche des Gehirns ist durch eine Menge unregelmäßig in dasselbe gehender Falten sehr uneben, so daß an demselben viele kleine Erhöhungen oder Höcker neben entsprechenden Vertiefungen sich befinden, welche die Hirnwindungen heißen. Derjenige Theil des Gehirns, welcher den vorderen und oberen Theil des Schädels einnimmt, heißt großes Hirn und ist durch eine Eintiefung vom kleinen Hirn unterschieden, welches im Hinterhaupte sich befindet. Das Gehirn geht über in das sogenannte verlängerte Mark, welches durch das Hinterhauptloch aus dem Schädel tritt und dessen Fortsetzung das durch die Wirbel stabförmig sich erstreckende Rückenmark bildet. Das Gewicht des menschlichen Gehirns beträgt etwa $2\frac{1}{2}$ Pfund (1500 Gramm.) und das der Gesammtnervenmasse wird auf 3 Pfund anzuschlagen sein.

Einige Hauptaderstämme, die sich in dem Gehirne verbreiten, besorgen die Unterhaltung desselben.

§. 32. Vom Gehirne und Rückenmarke gehen nach allen Richtungen die Nerven in Gestalt von weißen Fäden aus, die anfänglich ein Bündel aus mehreren Fäden sind, von welchem jedoch einer nach dem anderen sich lostrennt, je weiter sie sich von ihrem Ursprunge entfernen, so daß dieselben endlich ganz vereinzelt erscheinen. Auf diese Weise ist die Verbreitung der Nerven so allgemein, daß man an allen begränzten Oberflächen des Körpers nicht im Stande ist, einen Punkt anzugeben, an welchem nicht Nerven angetroffen würden. In der That, alle Theile, die Empfindung oder eine Verrichtung haben, verdanken dies nur der Gegenwart eines Nerven.

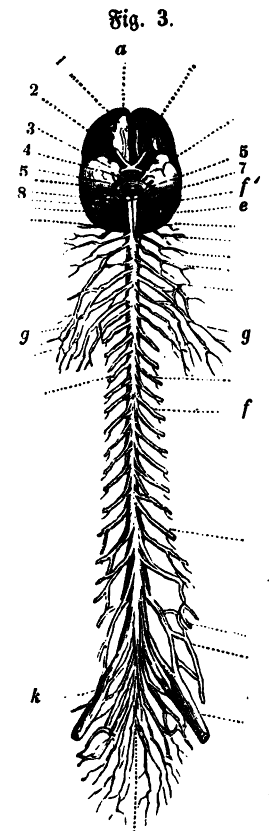
§. 33. Nach ihrer Bestimmung lassen sich die Nerven in zwei Systeme trennen, nämlich in Nerven, welche die Empfindung und Bewegung besorgen und daher die Sinn- und Gliedernerven oder das animale Nervensystem bilden, und in solche, die das Geschäft der Ernährung veranlassen und als Eingeweidenerven oder vegetatives Nervensystem bezeichnet werden. Die Hauptmasse der ersten ist das Gehirn mit dem Rückenmarke, und ihre Verbreitung ist hinter der Wirbelsäule, während die anderen vor derselben liegen und den Eingeweiden sich zuwenden.

a. Sinn- und Gliedernerven.

§. 34. Bei Aufzählung und Beschreibung der Nerven werden nur die Hauptstämme derselben genannt. In der Abbildung, Fig. 3, sind dieselben in geringer Entfernung von ihrem Ursprunge abgeschnitten dargestellt. Sie entspringen entweder aus dem Gehirn (*a*), oder aus dem verlängerten Marke (*f'*), oder aus dem Rückenmarke (*f*), während das kleine Gehirn (*e*) keinen einzigen Nerv aussendet. Auch die Nerven sind wie die Muskel paarweise vorhanden.

Hirn- oder Kopfnerven zählt man zwölf Paare, welche in Fig. 3 durch die entsprechenden Nummern bezeichnet sind. 1. Die Riechnerven. 2. Die Sehnerven. 3. Die Bewegungsnerven der Augen. 4. Die Rollnerven der Augen. 5. Die dreitheiligen Nerven, die sich in drei Aeste theilen, welche abermals sich trennen, und als deren Zweige der Thränennerv, Gaumennerv, die Nerven der Zähne und der Zunge zu bemerken sind. 6. Die abziehenden Augennerven. 7. Der Antlitz- oder Gesichtsnerv. 8. Der Hörnerv.

Fig. 3.



Die vier übrigen Nerven, die vom verlängerten Marke entspringen, verbreiten sich nur theilweise im Kopfe und schicken Zweige nach den übrigen Theilen des Körpers, namentlich nach den Eingeweiden, besonders dem Magen und den Gedärmen. Es erklären sich hieraus manche auffallende Erscheinungen, wie z. B. daß die Reizung, welche Würmer in den Gedärmen erregen, zugleich als ein Grübeln in der Nase empfunden wird, und daß Magenübel fast immer mit Kopfweh verbunden sind.

Rückenmarksnerven zählt man dreißig Paare, worunter 8 Halsnerven, 12 Rückennerven, 5 Lenden- und 5 Kreuznerven, welche also der Eintheilung der Wirbelsäule entsprechen. Der 5te bis 8te Halsnerv bilden ein großes Geflecht (*g*), Fig. 3, woraus die Armnerven entspringen. Ebenso vereinigen sich die 5 Lendennerven zu dem großen Schenkelgeflecht (*k*), woraus die Nerven für die Hinterglieder hervorgehen.

b. Eingeweidenerven.

§. 35. Alle Rückenmarksnerven senden Zweige nach der vorderen, den Eingeweiden zugewendeten Seite der Wirbelsäule, welche unter einander zu Knoten und Geflechten sich vereinigen, die außerdem noch mehrere Zweige von den Hirnnerven erhalten. So entstehen zwei lange Stämme, welche auf der vorderen Seite der Wirbelsäule vom Kopf bis zu den Endwirbeln sich erstrecken, an manchen Stellen zu sogenannten **Knoten** sich verdicken, von welchen dann Zweige nach allen Theilen der Eingeweide entsendet werden.

Als solche Knoten sind bemerkenswerth: der obere und untere Halsknoten, der Brustknoten, der große und kleine Eingeweidenerv mit dem Sonnengeflechte, und das Nierengeflecht.

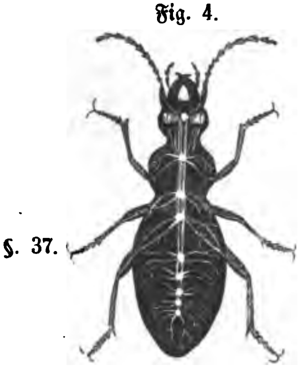
Es ist ein besonderes Merkmal der zum Eingeweide-Systeme gehörigen Nerven, daß sie nicht in Strängen neben einander herlaufen und gleich diesen an gewissen Stellen sich trennen, sondern daß sie, von Knoten in verschiedenen Richtungen ausgehend, sich abermals in Knoten vereinigen und auf diese Weise netzartige Geflechte bilden.

Man nennt solche Nervenknoten Ganglien, und daher auch das ganze Geflechte derselben das Ganglien-System.

Bemerkenswerth ist ferner, daß die Eingeweidenerven die Bewegungen und Verrichtungen der betreffenden Theile veranlassen, ganz unabhängig von unserem Willen. Das Athmen, die Verdauung, der Blutumlauf, alle diese Geschäfte geschehen unabhängig von unserem Willen, ja ohne daß wir uns dessen bewußt sind, während des Schlafes. Ebenso vermitteln auch diese Nerven keinerlei Empfindung äußerer Eindrücke. Obgleich Magen, Gedärme und Adern mit zahlreichen Nerven versehen sind, so spüren wir weder die Ankunft der Speisen, noch deren Bewegung in den Gedärmen, noch den Umlauf des Blutes in den Adern. Wie anders verhält es sich dagegen mit den Sinn- und Bewegungsnerven, die nicht allein jede Verrichtung mit Blitzesschnelle dem Willen gemäß vollziehen, sondern auch die leisesten Eindrücke von außen augenblicklich zu unserem Bewußtsein bringen.

§. 36. Das Nervensystem ist in ziemlich gleichförmiger Weise bei den Säugethieren, Vögeln, Lurchen und Fischen entwickelt. Bei den Insecten trifft man der Länge ihres Körpers nach liegende Nervenknoten, die nach beiden Seiten Fäden entsenden (Fig. 4); bei den Weichthieren ist ebenfalls noch ein erkennbares Nervengeflecht vorhanden, und selbst die gallertigen Polypen zeigen Spuren von Nerven, die daher wohl keinem Thiere gänzlich fehlen.

Fig. 4.



§. 37. Als Hauptnervenmasse und Mittelpunkt aller Empfindungen erscheint das Gehirn. Es wird mit Recht als der Sitz aller geistigen Vermögen betrachtet, und jede Störung des Gehirns ist von einer entsprechenden Störung der geistigen Thätigkeit begleitet. Durch bloßen Druck auf das Gehirn lassen sich alle Bewegungserscheinungen eines Thieres vollständig aufheben und bei längerer Andauer dessen Tod herbeiführen. Einseitiger Druck veranlaßt theilweise Lähmung. Die Verletzungen des Gehirns sind daher immer gefährlich, und namentlich hat die des verlängerten Markes, von welchem fast alle Kopfnerven entspringen und von welchem die Athembewegungen unmittelbar abhängen, den augenblicklichen Tod als Folge. Wird dasselbe an der Stelle, wo es aus dem Schädel tritt, also oberhalb des ersten Halswirbels an dem sogenannten Genick durchschnitten, so bricht auch der riesenmäßigste und kraftvollste Bau wie vom Blitz getroffen leblos zusammen.

Wendeten sich in den Schlachten der Alten die Elephanten in nicht mehr lenkbarer Wuth gegen die Reihen der eigenen Krieger, so schlugen ihre Führer an jener Stelle einen Meißel ein und lähmten so plötzlich die verderbliche Kraft. Ebenfalls nachtheilig sind dem Thierleben die Verletzungen des Rückenmarkes.

Aber nicht allein äußere, sondern auch innere Störungen des Nervensystemes gefährden das Leben. Heftiger Andrang des Blutes nach dem Kopfe hemmt oft plötzlich die Nerventhätigkeit, eine Erscheinung, die man als Schlagfluß zu bezeichnen gewöhnt ist. Der Genuß einer Menge von Stoffen wirkt auf das Gehirn entweder erregend bis zum Ueberreiz, und in Folge dessen lähmend, oder unmittelbar abspannend, bis zur Lähmung. In ersterer Weise wirken Weingeist, Opium, Strychnin, überhaupt die narkotisch-giftigen Substanzen, in der letzteren die Blausäure. Schwindel, Taumel, Raserei, Erschlaffung, Bewußtlosigkeit, Erstarrung, Tod sind die verschiedenen Stufen, die in Folge solcher innerer Einwirkungen auftreten können.

§. 38. Der innige Zusammenhang zwischen unserem geistigen und Nervenleben geht am deutlichsten aus dem Einflusse hervor, den rein geistige Eindrücke auf das Nervensystem auszuüben vermögen. Angestrengtes Denken erzeugt Kopfweh, stärkere Eindrücke, namentlich der Freude und des Schreckens, sind im Stande auf das Gehirn und dessen Thätigkeiten ganz ähnliche Störungen zu äußern, wie Verletzungen desselben. Bewußtlosigkeit, Stumpfsinn, Wahnsinn, ja plötzlichen Tod sehen wir in Folge heftiger geistiger Erschütterung nicht selten eintreten.

Es lag daher die Idee nicht fern, daß eine möglichst vollkommene Entwickelung des Gehirns beim Menschen die Bedingung vollkommen entwickelter Geistesthätigkeit sei, daß die Verschiedenheiten, welche sich beim Vergleichen mehrerer Gehirne in deren Windungen, Höckern und Vertiefungen ergeben, bestimmten Verschiedenheiten in den geistigen Anlagen der Personen entsprechen, welche Besitzer dieser Gehirne sind. Wir hätten demnach ein Mittel, nach dem Tode eines Menschen aus dessen Gehirn seine Anlagen zu bestimmen. Da aber die Hirnschale ebenfalls Erhöhungen und Vertiefungen zeigt, welche im Allgemeinen denen der unmittelbar darunter liegenden Hirntheile entsprechen, so hat man aus gewissen Bildungen des Schädels die geistigen Anlagen auch am lebenden Menschen zu bestimmen gesucht. Die Herausbildung dieser Idee zu einer besonderen Schädellehre (Phrenologie) ist durch Gall geschehen und erregte vieles Aufsehen, und man legt ihren Resultaten in England vielen Werth bei, während sie in Deutschland in geringem Ansehen steht.

Die Bewegung.

§. 39. Die Bewegung ist das Ergebniß einer eigenthümlichen Zusammenwirkung der Nerven, Muskel und Knochen. Die letzteren wirken dabei nur insofern mit, als sie die Grundlage abgeben, an welcher Muskel und Sehnen befestigt sind. Die Muskel veranlassen die Bewegung durch ihre Zusammenziehung und

dadurch entstehende Verkürzung. Diese Fähigkeit kommt ihnen jedoch an und für sich nicht zu, sie erlangen dieselben nur unter dem Einflusse eines Nerven, und mit dessen Durchschneidung oder Lähmung ist der kräftigste Muskelapparat gelähmt. Die Nerven sind daher das eigentliche Erregende im menschlichen Körper; Muskel und Knochen sind bloß die Mittel der Bewegung.

§. 40. Genauere Forschungen lehren, daß die verschiedenen Theile des Nervensystemes sich in sehr ungleicher Weise bei den Bewegungserscheinungen betheiligen. Die Bestimmung derselben ist im Wesentlichen folgende:

Vom Gehirne und Rückenmarke gehen die Nerven aus, welche der freiwilligen Bewegung und dem Gefühle vorstehen. Einige derselben, wie das 3te, 4te, 6te, 7te und 11te Gehirnnervenpaar, befördern ausschließlich die Bewegung, allein die übrigen dienen eben sowohl zur Bewegung als zum Gefühle. Streng genommen ist dies jedoch unrichtig. Es besteht nämlich jedes vom Rückenmarke ausgehende Nervenbündel aus mehreren Fäden, deren jeder einzelne geradeswegs nach dem Ursprunge hinleitet, ohne unterwegs mit einem anderen zu verwachsen. Einige dieser Fäden besorgen nur das Gefühl, andere die Bewegung, und wenn sie auch in den Bündeln nicht wohl von einander zu unterscheiden sind, so ist dies doch leichter an der Stelle ihres Ursprungs der Fall. Alle vom Rückenmarke ausgehenden Nerven entspringen in zwei Wurzeln, wovon die hinteren die Nerven des Gefühls, die vorderen die der Bewegung sind, die nachher in Bündeln mit einander weiter laufen. Schneidet man in der That alle hinteren Wurzeln durch, so wird der Körper der Empfindung völlig beraubt, obgleich er der Bewegung noch fähig ist, während das Durchschneiden der vorderen Wurzel gänzliche Lähmung bei fortdauerndem Gefühle als Folge hat.

Das kleine Gehirn und die ihm benachbarten Theile des großen Hirns haben weniger die Aufgabe, besondere Bewegungen zu veranlassen, als vielmehr die, in bestimmter Weise die Bewegung des Körpers seiner Richtung nach zu regeln. Durch geeignete Einschnitte an diesen Theilchen hat man die merkwürdige Erfahrung gemacht, daß die also verletzten Thiere sich nur gerade vorwärts, oder nur rückwärts bewegen konnten, oder daß sie sich unablässig nach einer Seite drehten.

Das verlängerte Mark leitet diejenigen Bewegungen, welche sowohl mit als ohne Einfluß des Willens stattfinden können, was bei dem Athmen der Fall ist.

Die Eingeweide-Nerven oder das Ganglien-System besorgen endlich die Thätigkeit derjenigen Muskel, welche ganz unabhängig vom Willen sind.

§. 41. Es ist völlig unbestimmt, wie und in welcher Weise die Nerven im Stande sind, die Zusammenziehung der Muskel zu veranlassen. Galvani machte im Jahre 1789 die Entdeckung, daß der elektrische Strom die Zusammenziehung der Muskel in ähnlicher Weise zu erregen im Stande ist, wie dies durch die Nerven geschieht (Physik §. 191). Man war daher längere Zeit der Ansicht, daß die Elektricität die Ursache aller Bewegungserscheinungen sei. Wichtige

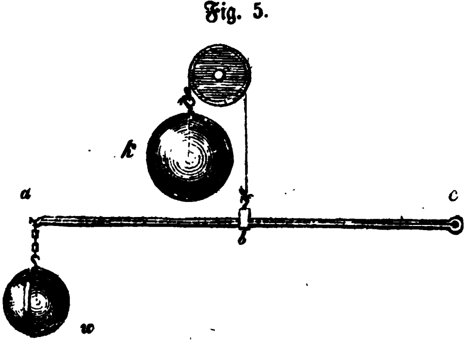
Gründe widersprechen jedoch dieser Erklärungsweise, und so lange, bis neue Forschungen uns Aufklärung verschaffen, sind wir über die Art der Einwirkung der Nerven auf die Muskel in Ungewißheit.

§. 42. Die Zusammenziehung eines Muskels ist von begränzter Dauer. Früher oder später tritt auch bei dem kräftigsten Muskel ein Zeitpunkt ein, bei welchem er von dem zusammengezogenen Zustande unfreiwillig wieder in den schlaffen zurückkehrt. Wir bezeichnen jenen Zeitpunkt als Ermüdung. Nach längerem Verharren in schlaffem Zustande, den wir Ruhe nennen, erlangt der Muskel wieder die Fähigkeit zu neuer Zusammenziehung.

Die Stärke der Bewegung ist abhängig von der Größe des thätigen Muskels und von der dabei aufgewendeten Willenskraft. In welchem Grade die letztere die Kraft der Muskel zu steigern vermag, beweisen die merkwürdigen Beispiele von Kraftäußerungen, welche die Gefahr, der Zorn, der Wahnsinn hervorrufen.

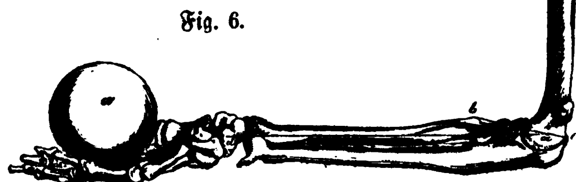
§. 43. Bei weitem die meisten Glieder stellen in ihrer gewöhnlichen Bewegung die eines einarmigen Hebels dar, und zwar eines solchen, der, wie Fig. 5., seinen Drehpunkt bei *c* hat, während am entgegengesetzten Punkte *a* die Last abwärts zieht und an einer zwischen jenen beiden Punkten liegenden Stelle der aufwärts ziehende Muskel befestigt ist.

Fig. 5.



So kann z. B. der Vorderarm, Fig. 6, als ein solcher Hebel betrachtet werden, dessen Drehpunkt im Gelenke bei *a* liegt, und an dessen Ende die Last *w* abwärts zieht, während in der Gegend von *b* der aufwärts ziehende Muskel angewachsen ist. Aus den in §. 59 der Physik entwickelten Gesetzen folgt, daß wir eine um so größere Last zu tragen im Stande sind, je näher wir dieselbe am Drehpunkte *a* wirken lassen, und um leichter zu tragen, hängt man daher z. B. einen schwer angefüllten Korb in das Gelenk des Armes.

Fig. 6.



Nehmen wir an, die Entfernung vom Gelenke bis zur Mitte der Hand betrage 15 Zoll, so wird eine Last, die einen Zoll weit vom Drehpunkte des Gelenkes entfernt mit einer Kraft von 2 Pfd. abwärts zieht, auf die Hand gelegt mit einer Kraft von 15 × 2 = 30 Pfund abwärts ziehen.

---

2) Lebensorgane.

---

§. 44. Zu den Lebensorganen gehören die Organe der Verdauung, des Blutumlaufes und des Athmens. Dieselben sind bei den niederen Thieren nur als einzelne Organe vorhanden. Bei den höheren Thieren wirken jedoch mehrere, oft sehr verschieden gestaltete Organe zu einem der drei genannten Zwecke zusammen und bilden auf diese Weise sogenannte Systeme von Organen.

1. Organe der Verdauung.

§. 45. Unter Verdauung verstehen wir diejenige Thätigkeit der betreffenden Organe, wodurch die dem Körper als Nahrung zugeführten Stoffe in den geeigneten Zustand versetzt werden, daß sie zur Bildung neuer Theile des Körpers verwendet (assimilirt) werden können.

Alle Organe, welche zu diesem Zwecke unmittelbar mitwirken, sind Verdauungsorgane.

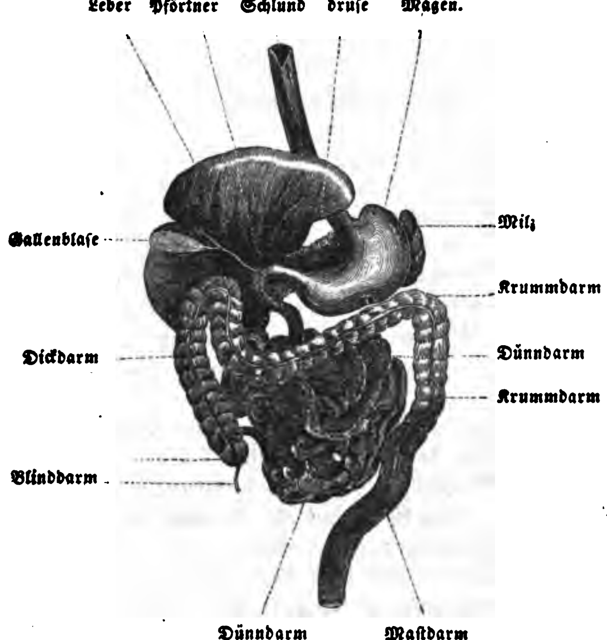
Ihre Thätigkeit bewirkt vorzugsweise eine feinere Zertheilung (Auflösung) der Nahrungsmittel und weniger eine Veränderung oder sogenannte Zubereitung derselben, wie dies bei der Ernährungsgeschichte näher gezeigt wird.

Eine weitere Verrichtung der Verdauungsorgane besteht darin, daß sie Stoffe, die in den Körper aufgenommen wurden, zu dessen Zwecken jedoch unverwendbar sind, aus dem Körper wieder entfernen.

§. 46. In der einfachsten Form stellt sich das Verdauungsorgan als ein walzenförmiger Schlauch dar, den wir Darm nennen, und dessen vordere Oeffnung zur Aufnahme der Nahrungsmittel dient und Mund genannt wird, während die entgegengesetzte, After genannt, das Unbrauchbare aus dem Körper entfernt. Eine zwischen beiden Oeffnungen liegende Erweiterung des Darms wird als Magen bezeichnet. Hierzu treten jedoch bei den vollkommneren Thieren noch eine Reihe von Nebenorganen, welche in ihrem Zusammenhange durch Fig. 7 dargestellt sind, wobei die natürliche Lage derselben einigermaßen verändert ist, so daß z. B. der vordere Lappen der Leber in die Höhe gehoben erscheint, welche sonst die Gallenblase und den Magen fast ganz verdecken würde.

Die Zertheilung der Speisen nimmt ihren Anfang im Munde, wo dieselben von den Zähnen theils zerschnitten, theils zermalmt werden. Diese Kau- §. 47

Fig. 7.



werkzeuge sind einer außerordentlich bedeutenden Kraftäußerung fähig, da die untere Kinnlade einen nach oben wirkenden Winkelhebel bildet. Die Zunge wirft die Speisen im Munde umher und bringt sie auf gehörige Weise unter die Zähne. Gleichzeitig vermischt sich das Gekaute mit dem **Speichel**, welcher aus den sogenannten **Speicheldrüsen** (Eicheln) abgesondert wird, deren drei Paare vorhanden sind, die zu beiden Seiten des Unterkiefers unter der Zunge nach dem Ohre hin liegen.

Der **Speichel** ist eine ungefärbte wässerige Flüssigkeit, die etwas mehr als 1 Procent aufgelös'ter fester Stoffe enthält und zur gehörigen Durchfeuchtung, namentlich der trockneren Speisen und Bildung schlüpfriger Bissen dient, welche sich leicht hinunterschlucken lassen. Obgleich der Speichel kaum ein größeres Auflösungsvermögen besitzt als Wasser, so haben doch Versuche gezeigt, daß gekauete Speisen besser verdaut werden als ungekauete. Der frisch abgesonderte Speichel zeigt ein alkalisches Verhalten gegen Pflanzenfarben (Chemie §. 17).

§. 48. Vom Munde gelangen die gekaueten Speisen durch die **Speiseröhre**, die auch **Schlund** genannt wird, rasch in den **Magen**. Dieser ist ein häutiger Sack, ungefähr von der Gestalt eines gebogenen Jagdsackes, der quer in der Bauchhöhle dicht unter dem **Zwerchfelle**, liegt und vorn von der Leber bedeckt wird. Er ist links, wo die Speiseröhre in denselben tritt und den **Magenmund** bildet, weiter, und wird an dem rechts liegenden Ende enger. Die Stelle seines Ueberganges in den Darm wird der **Pförtner** genannt. Sowohl diese Oeffnung als der Magenmund sind während des Verdauens durch ringförmige Muskel zusammengezogen und verschlossen. Hinter dem linken Theile des Magens liegt die **Milz**, ein aus feinen Verzweigungen einer Ader gebildetes Organ, dessen Zweck nicht erkannt ist.

Die innere Haut des Magens ist von einer Muskelfaserschicht umgeben, vermittelst welcher er zusammengedrückt werden kann. Dieselbe ist bei manchen Thieren, namentlich bei den Hühnern, sehr stark, so daß in ihrem Magen sehr harte Gegenstände zusammengedrückt werden können. Im leeren Zustande ist der Magen schlaff und inwendig mit einer Menge von Falten versehen, welche beim Anfüllen desselben sich vermindern. Seine innere Wand ist mit einer Schleimhaut bekleidet, welche eine saure Flüssigkeit, Magensaft genannt, absondert.

§. 49. Der **Magensaft** ist eine Flüssigkeit, die 98 Procent Wasser enthält, worin etwas Kochsalz und Salzsäure enthalten sind. Man war früher der Ansicht, daß die Speisen im Magen durch Reibung zwischen dessen Wänden zerkleinert würden, allein die bestimmtesten Versuche zeigten, daß dies nicht der Fall ist. Die Speisen werden vielmehr durch den Magensaft aufgelöst, und diese Auflösung findet selbst dann Statt, wenn der Magensaft aus getödteten Thieren genommen und in geeigneter Wärme mit zerkleinerten Speisen in Berührung gebracht wird. Ja man hat durch künstlich zusammengesetzte Verdauungsflüssigkeiten ähnliche Auflösungen bewirkt, wie sie der Magensaft hervorruft, allein stets zeigte sich bei einer Beimischung der dem Magen entnommenen Flüssigkeit eine raschere Wirkung. Es ist daher auch die Ansicht ausgesprochen worden, daß im Magensafte ein eigenthümlicher, organischer Verdauungsstoff, **Pepsin** genannt, enthalten sei.

§. 50. Durch die Einwirkung des Magensaftes werden also die Speisen in einen dicken Brei, den sogenannten **Speisebrei** (Chymus) verwandelt. Sie gelangen alsdann in den eigentlichen Darm, auch **Gedärm** genannt. Dieser ist im Ganzen genommen gegen 30 Fuß lang und liegt daher vielfach zusammengewunden im Unterleibe. Die Beschaffenheit des Darmes an verschiedenen Stellen ist sehr ungleich, und seine Theile erhalten demnach verschiedene Namen. Derjenige Theil desselben, in welchen der Speisebrei zuerst gelangt, wird **Zwölffingerdarm** genannt, da seine Länge gleich der Breite von zwölf Fingern ist.

In dem Zwölffingerdarm wird das Geschäft der Verdauung fortgesetzt. Zunächst vermischt sich hier mit dem Speisebrei der Bauchspeichel, welcher aus

der ganz in der Nähe liegenden Bauchspeicheldrüse (Fig. 7) abgesondert wird und eine große Aehnlichkeit mit dem Speichel des Mundes hat. Gleichzeitig ergießt sich hier die Galle aus der Gallenblase und vermengt sich mit dem Brei. Die Galle ist eine klare, grüne Flüssigkeit von sehr bitterem Geschmack. Sie fühlt sich an wie eine zarte Seife und wird in der That auch als solche zum Waschen mancher feiner Zeuge verwendet. Ihre chemische Zusammensetzung macht dies erklärlich, denn sie ist eine Verbindung einer fetten Säure (Chemie §. 137) mit Natron, also eine wirkliche, von der Natur gebildete Seife, welche gleich den übrigen Seifen sich schwach alkalisch verhält.

§. 51. Die Leber ist das Organ, welches die Galle absondert und in der Gallenblase ansammelt. Ihre Größe ist sehr beträchtlich, und sie bildet mit ihren beiden Lappen das umfangreichste aller Eingeweide. Die Masse der Leber besteht aus einer Zusammenhäufung kleiner und fester körniger Theilchen, in welche eine Menge von Blutgefäßen sich verlaufen und aus welchen kleine Kanälchen entspringen, welche die Galle absondern. Die Leber ist demnach ein sehr blutreiches Organ und hat eine dunkel rothbraune Farbe.

§. 52. Nach der Beimischung der Galle ist die Verdauung beendigt. Der Speisebrei besteht jetzt aus zwei Theilen, aus einem festen und einem flüssigen. Das Feste ist zur Aufnahme in den Körper nicht geeignet und wird wieder aus demselben entfernt. Der flüssige Theil dagegen enthält alle für den Körper verwendbaren Stoffe, die in den Speisen enthalten waren, aufgelös't und wird daher Nahrungssaft oder Milchsaft (Chylus) genannt. Er ist ungefärbt, und indem wir seine Zusammensetzung bei der Betrachtung des Blutes näher kennen lernen, sei hier nur bemerkt, daß er, abgesehen von der Farbe, mit diesem die größte Uebereinstimmung zeigt.

§. 53. Der Inhalt des Zwölffingerdarmes gelangt allmälig in den Dünndarm, der eng, lang und vielfach gewunden ist, so daß der Weg durch denselben erst nach längerer Zeit zurückgelegt wird. Die Weiterschiebung des Darminhaltes geschieht durch eine eigenthümliche, krümmende Bewegung der Gedärme selbst, die beständig stattfindet und wurmförmige (peristaltische) Bewegung genannt wird. Längs des Dünndarmes befindet sich jedoch eine Menge von schwammigen Zellengebilden, welche den Milchsaft auffaugen und in Kanälen, die Milchsaft-Gefäße oder Saugadern heißen, nach der Brust hinleiten, wo alle Saugadern zu einem Hauptstamme sich vereinigen, der in die Blutadern übergeht und so den Michsaft mit dem Blute vermischt. Je weiter demnach der Speisebrei in den Gedärmen abwärts kommt, um so mehr verliert er an Nahrungssaft, und wenn er endlich in den erweiterten Theil gelangt, der Dickdarm (Fig. 7) heißt, so ist ihm alles Brauchbare fast gänzlich entzogen. Der Darminhalt ist jetzt fester und beginnt in Fäulniß überzugehen, worauf er aus dem Körper entfernt wird.

§. 54. Nicht alle Speisen werden in gleicher Weise auf ihrem Wege durch die Verdauungsorgane verändert oder verdaut. Im Allgemeinen sind die dichterer

Stoffe weniger leicht verdaulich als ähnliche Stoffe von lockerer Beschaffenheit. Wenn ein Gegenstand innerhalb einer gewissen Zeit nicht verdaut ist, so geht er mit dem Verdauten weiter, und eine Menge derselben werden gänzlich unverändert vom Körper wieder abgegeben. Natürlich tragen solche Stoffe zur Ernährung nichts bei und veranlassen vielmehr nicht selten durch ihre Gegenwart Beschwerden.

Sowohl genauere Versuche als auch die gewöhnliche Erfahrung bezeichnen als leicht verdauliche Speisen, welche nach 1 und 1½ Stunden in Brei verwandelt werden, die folgenden: Spargel, Hopfen, Spinat, Sellerie, Muß verschiedener Obstarten, Brei von Getreidekörnern, Roggen, Gerste, Reis, Mais, Erbsen, Bohnen, Kastanien, einen Tag altes Brot, Backwerk ohne Fett, weiße Rüben, Kartoffeln, Kalbfleisch, junges Hammelfleisch und Geflügel, weich gesottene Eier, Milch und in Wasser gesottenen Fisch.

Minder verdauliche Substanzen, die in der bemerkten Zeit nur unvollständig in Brei verwandelt werden, sind: roher Salat, als Lattich, Brunnenkresse, Cichorie, Weißkraut, rohe und gekochte Zwiebeln, Meerrettig, rothe und gelbe Rüben, trockenes Kernobst, frisches Brot, Feigen, Pasteten, Schweinsfleisch in jeder Form, gekochtes Blut, Käse, hartgesottene Eier und Eierkuchen.

Gegenstände, die innerhalb der gewöhnlichen Zeit nicht verdaut werden, welche folglich als schwerverdaulich bis unverdaulich bezeichnet werden müssen, sind: die eßbaren Schwämme, sämmtliche Nüsse und Kerne aller Obstarten, die Oele und Fette von Pflanzen und Thieren, trockene Rosinen, die Hülsen (vielmehr Samenhäute) der Bohnen, Erbsen, Linsen, des Roggens, der Gerste, die Schoten (vielmehr Hülsen) der Bohnen und Erbsen, die Haut der Kirschen und sämmtlicher übrigen Obstarten, sowie die Schalen derselben, die häutigen und sehnigten Theile jedes Fleisches, der Knorpel und die Knochen.

Die erwärmten Speisen sind leichter verdaulich als die kalten, da letztere die Wärme des Magens vermindern, welche die Auflösung sehr begünstigt.

2. Organe des Blutumlaufes.

§. 55. Die Organe des Blutumlaufes heißen Gefäße. Sie bestehen aus walzenförmigen Röhren, welche stets eine Flüssigkeit enthalten, unter einander im Zusammenhange stehen und so das Gefäßsystem bilden.

Je nach der Beschaffenheit ihres flüssigen Inhaltes werden die Gefäße verschieden benannt, nämlich: Schlagadern, wenn derselbe hellroth, Blutadern, wenn der Inhalt dunkelroth gefärbt ist, und endlich Saugadern, wenn derselbe keine Farbe besitzt. Die rothgefärbte Gefäßflüssigkeit wird Blut genannt.

§. 56 Der Zweck des Blutumlaufes ist im Wesentlichen ein dreifacher. Erstlich werden durch denselben die von der Verdauung dem Körper zur Verwendung gelieferten Stoffe nach allen Theilen desselben hinbefördert. Sodann nimmt das Blut diejenigen Theile aus den verschiedenen Organen hinweg, welche ab-

genutzt und daher den Zwecken jener Organe nicht mehr dienlich sind. Endlich drittens dient das Blut zur Verbreitung einer gleichmäßigen Wärme durch den ganzen Körper.

Das Blut.

§. 57. Man schlägt das Gewicht des Körpers eines vierzigjährigen Mannes im Durchschnitt zu 137 Pfd. (= 68810 Gramm, vergl. Physik §. 32) an, wovon das Blut $\frac{1}{4,5}$, also 30,5 Pfd. (= 15293 Gramm) ausmacht.

Das Blut ist eine undurchsichtige, lebhaft roth gefärbte Flüssigkeit, die zum größeren Theile aus Wasser besteht, in welchem die folgenden Stoffe in nebenstehendem Verhältnisse enthalten sind:

Bestandtheile des Blutes.	100 Thle enthalten:	In 15293 Gramm sind enthalten:
Wasser	78,2	11970 Gramm
Blutkügelchen	13,5	2064
Faserstoff	0,3	46
Eiweiß	6,7	1028
Salze	0,9	123
Fett	0,4	62
	100,0	15293

Diese Zahlen drücken die Durchschnittsverhältnisse aus, nach welchen jene Stoffe im Blute enthalten sind, denn je nach Alter, Lebensweise und Gesundheitszustand verändern sich dieselben mehr oder weniger. Außer den festen und flüssigen Bestandtheilen sind in dem Blute mehrere Luftarten enthalten, nämlich Sauerstoffgas, Stickstoffgas und Kohlensäure.

Durch das Mikroskop betrachtet erscheint das Blut als eine klare blaßgelbliche Flüssigkeit, in welcher eine außerordentlich große Menge kleiner rother Körperchen herumschwimmen, die ihm seine rothe Farbe ertheilen und Blutkügelchen genannt werden. Es ist zu bemerken, daß der rothfärbende Stoff des Blutes Eisen enthält, dessen Gesammtmenge im Blute 0,06 Proc. beträgt, was für 30,5 Pfd. berechnet 9 Grm. (etwas über ½ Loth) ausmacht. Ein Theil der im Blut enthaltenen Körperchen, die sogenannten Lymphkörperchen, ist ungefärbt.

Läßt man frisches Blut einige Zeit ruhig stehen, so gerinnt es, d. h. es scheidet sich in zwei Theile, nämlich einen festen, oben schwimmenden, der Blutkuchen heißt, und in einen blaßgelblich gefärbten, oder sogenanntes Blutwasser.

Es beruht dies darauf, daß der Faserstoff des Blutes beim Erkalten des-

selben in Flocken gerinnt und dabei die Blutkügelchen aufnimmt, so daß beide den dunkelroth gefärbten Blutkuchen bilden, der auf dem farblosen Blutwasser schwimmt. Wenn man das frische Blut stark umrührt, so gerinnt zwar der Faserstoff ebenfalls, allein er kann alsdann die Kügelchen nicht aufnehmen. Das Blut behält daher seine rothe Farbe und verliert die Eigenschaft zu gerinnen. Der Faserstoff (Fibrin, Chemie §. 153) an und für sich ist ungefärbt und hängt sich in Gestalt weißer Fäden an einen kleinen Besen, mit welchem man das Blut schlägt.

§. 58. Wenn das klare Blutwasser zum Sieden erhitzt wird, so gerinnt das darin befindliche Eiweiß (Chemie §. 152). Daher wird alles Blut beim Kochen fest, wie wir dies an den Blutwürsten sehen. Vermischt man Blut mit einer Flüssigkeit, die durch kleine darin herumschwimmende Körperchen getrübt ist, und erhitzt zum Sieden, so nimmt das gerinnende Eiweiß des Blutes jene trübenden Theilchen auf und die Flüssigkeit wird dadurch vollkommen klar. In den Zuckerfabriken benutzt man deshalb häufig das Blut zum Klären.

Die im Blute aufgelösten Salze sind hauptsächlich Kochsalz und phosphorsaurer Kalk, aus welchem letzteren, wie erwähnt wurde, die Masse der Knochen besteht.

Außerdem findet man im Blute noch eine Anzahl anderer Stoffe, die jedoch meist in so geringer Menge vorhanden sind, daß sie zwar erkannt, aber dem Gewichte nach nicht leicht bestimmt werden können. Am bemerklichsten darunter ist das Fett, welches in Form kleiner Tröpfchen im erkalteten Blute schwimmt.

§. 59. Wir sehen demnach im Blute alle Stoffe enthalten, woraus die verschiedenen Theile des menschlichen Körpers bestehen, nämlich Faserstoff und Eiweiß, welche Muskel und Häute bilden, den phosphorsauren Kalk, der die Knochenmasse ausmacht, das Fett und die übrigen Stoffe, die in geringer Menge erforderlich sind, da sie nur kleinere Theile unseres Körpers darstellen, wie z. B. die Gehirnsubstanz. Daher ist denn das Blut die wahre Ernährungsflüssigkeit unseres Körpers, und wir können mit Bestimmtheit sagen, daß jeder Theil desselben aus Blut entstanden, daß er früher flüssig gewesen ist.

Damit aber das Blut seinem Zwecke, überall neue Theile zu bilden, entsprechen könne, muß es in beständiger Bewegung befindlich an jede Stelle des Körpers gelangen können, und es geschieht dieses durch die verschiedenen Adern, welche zusammen das Gefäßsystem bilden.

1. Schlagadern oder Arterien.

§. 60. Die Schlagadern sind Röhren, deren Wände eine große Elasticität besitzen und nicht zusammenfallen, wenn sie entleert werden. Sie entspringen aus dem Herzen (s. Fig. 8), welches ein hohler, in der Brusthöhle liegender Muskel mit mehreren Abtheilungen ist.

Als Inhalt der Schlagadern finden wir lebhaft hellroth gefärbtes Blut, und es ist ihre Bestimmung, dasselbe nach allen Punkten des Körpers hinzuleiten.

Daher theilt sich ein aus der linken Herzkammer aufsteigender Haupt-Schlagaderstamm, Aorta genannt (Fig. 11 u. 12), sogleich in mehrere Hauptäste. Als solche steigen nach dem Kopfe die zu beiden Seiten des Halses liegenden rechte und linke Drosselschlagader; nach den Armen gehen die rechte und linke Arm-Schlagader oder Schlüssel-Schlagader. Da, wo diese Aeste aus dem Hauptstamme entspringen, macht dieser einen Bogen und wendet sich abwärts, an verschiedenen Stellen mehr oder minder starke Zweige nach den verschiedenen Eingeweiden sendend, bis er sich in der Hüftengegend in die beiden Schenkel-Schlagadern theilt.

Jeder der genannten Aeste theilt sich wieder in Zweige und diese theilen sich abermals, so daß die Schlagadern endlich in so feine, unter einander netzartig sich verbindende Röhrchen sich verlieren, daß dieselben nur durch das Vergrößerungsglas deutlich erkennbar sind und deshalb Haargefäße (Capillargefäße) genannt werden. Diese gehen unmittelbar in die Blutadern über.

Die stärkeren Schlagadern liegen mehr an der inneren Seite der Glieder, meistens etwas tief unter der Haut und ziemlich geschützt. Da, wo sie der Oberfläche näher liegen, läßt sich die in denselben stoßweise stattfindende Blutbewegung äußerlich sichtbar wahrnehmen als eine kleine Erschütterung der naheliegenden Theile, was namentlich bei den Drosseladern am Halse der Fall ist. Noch deutlicher empfindet man diese Bewegung als leichten Schlag, wenn man mit dem Finger gelinde auf eine der Oberfläche nahe liegende größere Schlagader drückt, wie dies beim Pulsfühlen gewöhnlich an der Puls-Schlagader in der Gegend der Handwurzel geschieht

Verletzungen der größeren Schlagadern sind sehr gefährlich, weil das Blut immer mit lebhafter Gewalt vom Herzen in dieselben getrieben wird und dadurch leicht Verblutungen entstehen. Bei Unglücksfällen der Art ist bis zum Eintritt ärztlicher Hülfeleistung vor Allem durch geeignetes Zusammendrücken oder Unterbinden einer oberhalb der Wunde liegenden Stelle das Zuströmen des Blutes nach letzterer zu verhindern.

2. Die Blutadern oder Venen.

§. 61. Auch die Blutadern sind röhrenförmige Kanäle, welche jedoch schlaffer sind als die Schlagadern und im leeren Zustande zusammenfallen. Sie entspringen als unendlich zahlreiche haarfeine Röhrchen aus den letzten Verzweigungen der Schlagadern, welche demnach unmittelbar in Blutadern übergehen. Diese haardünnen Blutadern vereinigen sich alsbald zu stärkeren Zweigen, diese zu einigen Hauptästen, welche endlich in zwei Hauptstämme, die Hohladern genannt, sich ergießen, die das Blut durch die rechte Vorkammer in's Herz zurückführen. (S. Fig. 8.)

Das in den Blutadern befindliche Blut hat eine dunklere Farbe als das der Schlagadern.

Die vom Herzschlag herrührende stoßweise Bewegung des Blutes verschwindet in den Haargefäßen und läßt sich daher in den Blutadern nicht als Schlag wahrnehmen. Mehrere derselben liegen der Oberfläche der Haut ziemlich nahe, so daß die größeren mit blauer Farbe durchschimmern. Verzögert man den Rücklauf ihres Inhaltes nach dem Herzen, so schwellen sie außerordentlich an, wie dies oft deutlich an den über den Rücken der Hand hinlaufenden Blutadern sichtbar ist

Ein nicht allzugroßer, der Länge nach in eine Blutader gemachter Einschnitt schließt sich ziemlich leicht und schnell wieder, so daß nicht selten beim sogenannten Aderlassen mit einem scharfen spitzen Messer, Lanzette genannt, die im inneren Armgelenke herziehende ziemlich große Blutader geöffnet und dadurch dem Körper eine beliebige Menge Blut entzogen wird. Ein leichter Verband reicht hin, um die Oeffnung wieder zu schließen.

3. Die Saugadern und Lymphgefäße.

§. 62. Fast in allen Theilen des Körpers, sowohl unter der Haut als auch tiefer liegend, findet man die Lymphgefäße. Diesen Namen erhält ein System von sehr dünnwandigen, durchscheinenden Kanälen, die in außerordentlich feinen Verzweigungen im Inneren verschiedener Organe entspringen. Dieselben sind untereinander vielfach verzweigt und vereinigen sich, je mehr sie von ihrem Ursprunge sich entfernen zu stärkeren Stämmen, die sich zuletzt an mehreren Stellen in die Adern ergießen.

Der Inhalt der beschriebenen Gefäße, die Lymphe, ist in der Regel schwach gelblich gefärbt, durchsichtig, und durch das Mikroskop entdeckt man in derselben ungefärbte rundliche Körperchen, die jedoch etwas kleiner erscheinen als die Blutkügelchen.

Von besonderer Wichtigkeit sind diejenigen Lymphgefäße, welche ihren Ursprung in den Gedärmen nehmen. Es wurde bereits im §. 53 einer Menge von schwammartigen Zellengebilden erwähnt, welche längs des Dünndarmes angetroffen werden. Aus diesen entspringen als feine Kanäle, die bald sich vereinigen, zahlreiche Lymphgefäße, deren Verrichtung in nächster Beziehung zum Geschäft der Verdauung steht. Denn untersucht man den Inhalt dieser Gefäße während der Verdauung, so ist derselbe trüb und weißlich gefärbt, von milchigem Ansehen, daher der Hauptstamm, in welchem alle diese Lymphgefäße zuletzt sich vereinigen, der Brustmilchgang heißt, weil er, längs der Wirbelsäule hinaufsteigend, oben in der Brust, gerade an der Stelle, wo die linke Drosselblutader mit der Schlüsselblutader sich vereinigt, in das System der Adern übertritt und seinen Inhalt dem Blute beimischt.

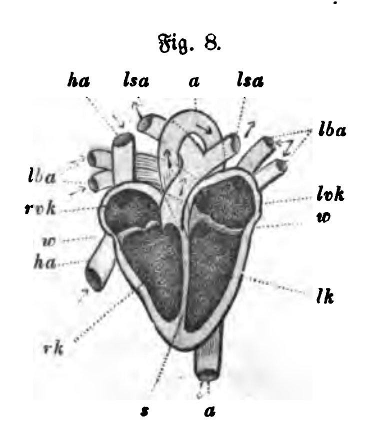
Unverkennbar hat der an den Gedärmen entspringende Theil der Lymphgefäße die Aufgabe, den durch die Verdauung erzeugten Nahrungssaft (Chylus) aufzusaugen, daher diese Kanäle auch **Saugadern** genannt werden. Dieselben verzweigen sich zuerst in dem die Gedärme umgebenden **Gekröse** und sammeln sich aus diesem in dem Brustmilchgange.

Auf seinem Wege erleidet der aus den Gedärmen aufgesaugte milchige Saft fortwährend eine Veränderung in seiner Zusammensetzung, die ihn mehr und mehr dem Blute ähnlich macht. Kurz vor seinem Uebertritt in die Adern hat der Milchsaft eine blaß röthliche Farbe, die sich erhöht, wenn er dem Einflusse der Luft ausgesetzt wird, und ähnlich wie das Blut gerinnt diese milchige Lymphe, sobald sie erkaltet. Man kann dieselbe daher mit Recht als ungefärbtes Blut bezeichnen und bei der größten Zahl der wirbellosen Thiere ist der Inhalt der Gefäße, also das Blut, stets ungefärbt.

Kreislauf des Blutes.

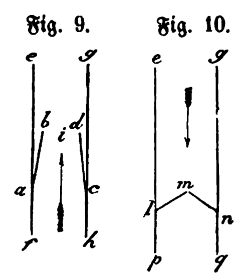
§. 63. Der Mittelpunkt, von welchem alle Blutbewegung ausgeht, ist das **Herz**. Fig. 8 stellt dessen Durchschnitt dar, welcher der Deutlichkeit wegen etwas vereinfacht ist. Wie man sieht, ist das Herz der Länge nach durch eine Scheidewand *s* in die **rechte und linke Herzkammer** (*rk* und *lk*) getheilt, und jede dieser hat wieder eine **Vorkammer** (*rvk* u. *lvk*) die durch eine Klappe *w* abgeschieden ist, so daß jede Herzkammer mit ihrer Vorkammer in Verbindung treten kann.

Fig. 8.



Das Herz ist ein hohler Muskel, der die Fähigkeit besitzt, sich zusammenzuziehen, wodurch der Umfang seiner inneren Höhlung vermindert wird. Denken wir uns diese mit Blut angefüllt, so wird dasselbe mit Gewalt in die Oeffnungen der Röhren gepreßt, welche in das Herz münden. Deren sind, wenn, wie dies bei unserer Abbildung geschehen ist, von einigen der kleineren abgesehen wird, nicht weniger als acht. Allein das Blut tritt beim Zusammenziehen des Herzens nicht in alle, sondern nur in zwei derselben. Der Grund hiervon ist in dem Vorhandensein der an der Mündung der Hauptschlagadern, sowie in den Blutadern befindlichen sogenannten **Klappen** zu suchen, die ähnlich wie die Ventile an Pumpen (Physik §. 105) sich öffnen, wenn die drückende Flüssigkeit

von der einen Seite kommt, wie bei Fig. 9, dagegen sich verschließen, wenn eine Flüssigkeit von entgegengesetzter Richtung herkommt, Fig. 10. Beim Zusammenziehen des Herzens öffnet sich nur die Klappe nach den Schlagadern *a* und *lsa*, während die der Blutadern *ha* und *lba*, welche die entgegengesetzte Stellung haben, sich verschließen.

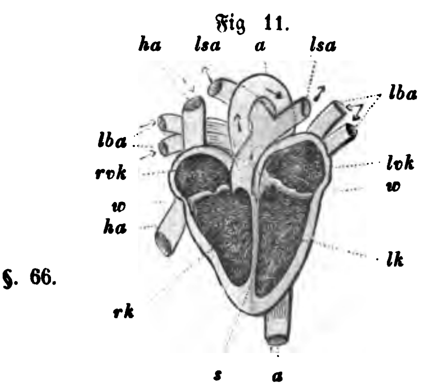


Die Zusammenziehung des Herzens kann jedoch, wie die eines jeden Muskels, nur eine gewisse Zeit lang dauern, nach welcher es sich wieder ausdehnt. Sobald dies geschieht, schließen sich die Klappen der Schlagadern, während gleichzeitig die der Blutadern sich öffnen, durch welche das Blut in das Herz wieder zurückkehrt.

Es wechseln auf diese Weise fortwährend Zusammenziehung und Ausdehnung des Herzens mit einander ab, und wir bezeichnen diese eigenthümliche Bewegung als Herzschlag. Im Durchschnitt macht das Herz in einer Minute 70 Schläge, die entweder in der Herzgegend der Brust von außen deutlich fühlbar sind, oder noch genauer durch die entsprechende Anzahl des Pulsschlages beobachtet werden können. Bei Kindern, sodann in aufgeregtem Zustande des Menschen, oder in manchen Krankheiten, vorzugsweise bei Fiebern, steigen jedoch die Pulsschläge bis über 100 in der Minute.

§. 64. Das Herz verrichtet gleichzeitig zwei Geschäfte, indem es erstlich zur Ernährung geeignetes Blut nach allen Punkten des Körpers hinsendet und von diesen dunkelrothes Blut wieder empfängt, und zweitens, indem es das dunkelrothe Blut nach der Lunge treibt, wo letzteres mit der Luft in Berührung kommt und wieder hellroth wird. Das erstere Geschäft wird als großer Kreislauf, das letztere als kleiner Kreislauf bezeichnet.

§. 65. Der große Kreislauf des Blutes wird von der linken Abtheilung des Herzens besorgt. Bei dessen Zusammenziehung tritt aus der linken Herzkammer hellrothes Blut in die Aorta *a* und verbreitet sich durch deren Aeste nach allen Richtungen. Beim Ausdehnen des Herzens kehrt dieses auf seinem Wege durch die Blutadern dunkelroth gewordene Blut durch die beiden Hohladern *ha* in die rechte Vorkammer zurück und geht von da in die rechte Herzkammer.



§. 66. Der kleine Kreislauf des Blutes findet zwischen Herz und Lunge und zwar gleichzeitig mit dem großen Statt und geht von der rechten Herzkammer aus. Diese entsendet nämlich das in ihr enthaltene dunkelrothe Blut durch die in zwei Aeste sich theilende

Lungenschlagader *lsa* nach den beiden Lungenflügeln. Dehnt sich hierauf das Herz wieder aus, so kehrt aus der Lunge das hellrothe Blut durch die Lungen-Blutadern *lba* in die linke Vorkammer zurück und gelangt von dieser in die darunter liegende linke Herzkammer, um von da bei der nächsten Zusammenziehung den großen Kreislauf anzutreten.

So sehen wir denn die Blutmasse unseres Körpers in beständiger Bewegung und abwechselnd den großen und kleinen Kreislauf zurücklegend.

§. 67. Die Entdeckung dieser ziemlich verwickelten Umlaufsverhältnisse, die mit zu den wichtigsten der über unsere Lebenserscheinungen gemachten gehören, verdanken wir dem Engländer Harvey (1619).

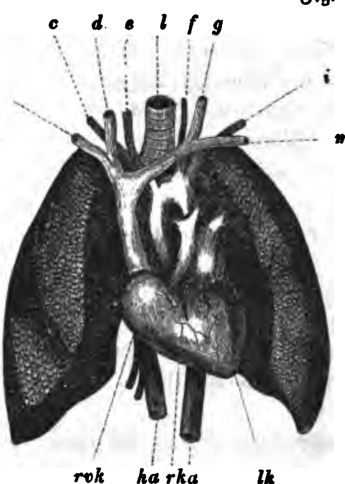
Die Beobachtung, daß, wie §. 60 angeführt wurde, die feinsten Verzweigungen der Schlagadern, die Haargefäße, unmittelbar in die Haargefäße der Blutadern übergehen, läßt sich mittels des Mikroskopes an der durchsichtigen Haut anstellen, welche zwischen den Zehen des Frosches sich befindet. Man sieht da in der That die Blutkügelchen durch die Haargefäße sich bewegen und aus den Schlagadern in die Blutadern übertreten.

3. Die Organe des Athmens.

§. 68. Als Organe der Athmung bezeichnen wir die Lunge und die mit ihr zusammenhängenden Kanäle, welche zu und von derselben führen, Fig. 12.

Die Masse der Lunge besteht aus den höchst feinen Verzweigungen dreier röhrenartiger Kanäle, wovon der erste die Luftröhre, der zweite die Lungenschlagader, der dritte die Lungenblutader ist. Sie stellt ein sehr umfangreiches Organ dar, welches aus zwei ziemlich gleichen Lappen oder Flügeln besteht, die

Fig. 12.



b. Arm-Blutader.
c. Arm-Schlagader.
d. Hals-Blutader.
e Drossel-Schlagader.
f. Drossel-Schlagader.
g. Hals-Blutader.
i. Arm-Schlagader.
l. Luftröhre.
m. Arm-Blutader.

a. Aorta.
ha. Hohlader.
rk. Rechte Herzkammer.
lk. Linke Herzkammer.
rvk. Rechte Vorkammer.
(vergl. §. 60 und 61)

von beiden Seiten das Herz umgeben und mit diesem die Brusthöhle ausfüllen.

Es ist die Bestimmung der Lunge, das durch die Lungenschlagader in dieselbe eingetretene dunkelrothe Blut mit der Luft in Berührung zu bringen.

§. 69. Die **Luftröhre** *l*, die in den Mund sich öffnet und durch diesen auch mit der Nase in Verbindung tritt, besteht aus ungefähr zwanzig harten knorpeligen Ringen, die durch Haut mit einander verbunden sind. Am oberen Theile derselben befindet sich der **Kehlkopf**, und hier öffnet sich die Luftröhre durch eine Spalte, welche **Stimmritze** heißt, in den Schlund. Damit jedoch beim Hinunterschlucken der Speisen und Getränke diese nicht durch jene Oeffnung in die Luftröhre gerathen, befindet sich oberhalb der Stimmritze eine Art von knorpeliger Klappe, **Kehldeckel** genannt, der beim Schlucken die Oeffnung verschließt. Er öffnet sich dagegen beim Athemholen, Sprechen, Lachen u. s. w., daher es denn nicht selten der Fall ist, daß beim Sprechen während des Essens Körperchen in die Luftröhre gerathen, wo sie einen krampfhaften Reiz oder Husten verursachen, durch welchen sie endlich aus der Luftröhre wieder ausgeworfen werden.

In der Brust theilt sich die Luftröhre in zwei Hauptäste, und diese verzweigen sich in der Lunge immer mehr und mehr und endigen zuletzt in kleine lufterfüllte Bläschen, welche von den feinsten Verzweigungen der in die Lunge gehenden Adern umgeben sind. Auf diese Weise ist die Lunge ein sehr lufreiches Organ, das, wenn es aus einem Thiere genommen und durch Entleerung zusammengefallen ist, wieder zu seinem ganzen Umfange sich aufbläht, wenn man Luft durch die Luftröhre in dieselbe einbläst.

§. 70. Das **Athmen** findet Statt, indem besondere Muskel die Brusthöhle ausdehnen, so daß durch die Luftröhre eine gewisse Menge Luft von außen in den dadurch innerhalb der Brusthöhle entstandenen luftverdünnten Raum tritt. Ziehen die Muskel der Brust sich zusammen, so entweicht auf demselben Wege eine der Raumverminderung entsprechende Menge von Luft. Beim erwachsenen Manne beträgt die Menge der durch einen Athemzug eintretenden Luft im Durchschnitt 656,9 Kubikcentimeter oder 33 Kubikzoll. Die Anzahl der Athemzüge beträgt beim Erwachsenen 18 in der Minute und ist bei Kindern größer. Auf 3,8 Herzschläge kommt durchschnittlich 1 Athemzug.

Veränderung des Blutes durch das Athmen.

§. 71. Wir haben in §. 65 gesehen, daß das Blut nach Vollendung des großen Kreislaufes durch die Hohlader in die rechte Vorkammer des Herzens zurückkehrt, daß es von da in die rechte Herzkammer tritt und beim nächsten Herzschlage durch die Lungen-Schlagader, die sich gabelförmig theilt, nach den beiden Lungenflügeln geführt wird.

Eine wichtige Veränderung des Blutes findet nun in der Lunge Statt. Sie wird bewirkt durch seine Berührung mit der Luft. Die Berührung von Luft und Blut ist jedoch keine unmittelbare. Beide sind durch die höchst feinen

Häute der Lungenbläschen und der Haargefäße getrennt. Allein es tritt hier eine ähnliche Durchdringung dieser Häute ein, wie wir sie in §. 11 der Botanik unter dem Namen der Endosmose bei der Aufnahme des Saftes durch die Pflanzenzellen beschrieben haben.

§. 72. Eine Vergleichung der eingeathmeten Luft mit der ausgeathmeten giebt uns Rechenschaft über den Erfolg dieser Luftaufnahme von außen.

Die eingeathmete Luft hat die Temperatur der Atmosphäre, im Durchschnitt von 12° R., und deren Wassergehalt. Die ausgeathmete Luft hat die Wärme des Körpers von 30° R., einen dieser entsprechenden Gehalt an Wasserdampf, der bei jedem Athemzuge 0,068 bis 0,098 Gramm beträgt. Die chemische Veränderung, welche die Luft durch das Athmen erleidet, zeigt am deutlichsten die folgende Zusammenstellung.

Gehalt der Luft an:	Vor dem Einathmen:		Nach dem Ausathmen:	
	in 100 Maaß	in 100 Gewichtstheilen.	in 100 Maaß	in 100 Gewichtstheilen.
Sauerstoff	20,815	23,001	16,033	17,373
Stickstoff	79,185	56,991	79,587	76,081
Kohlensäure	Spuren	Spuren	4,380	6,546
	100,000	100,000	100,000	100,000

Diese aus zahlreichen Beobachtungen und Versuchen abgeleitete Tafel zeigt uns, daß der Stickstoff beim Athmen so gut wie keine Veränderung erfährt. Es wird ebenso viel wieder der Atmosphäre zurückgegeben, als derselben entzogen worden war.

Anders verhält es sich mit dem Sauerstoff. Seine Menge erscheint bei der ausgeathmeten Luft dem Raume nach um 4,83 Proc. vermindert, und anstatt dessen enthält dieselbe Luft Kohlensäure (Chemie §. 53). Durch das Athmen wird also der Luft eine gewisse Menge Sauerstoff entzogen und dafür eine gleiche Menge Kohlensäure derselben übergeben.

Was wird nun aus dem verschwindenden Sauerstoff?

Während des Kreislaufs in Berührung mit dem dunkelrothen Blute, verbindet derselbe sich mit gewissen kohlenstoffhaltigen Bestandtheilen desselben und bildet dadurch Kohlensäure, welche ausgeathmet wird. Durch den Einfluß des Sauerstoffs hat zugleich das Blut wieder seine hellrothe Farbe angenommen, es kehrt jetzt durch die Lungen-Blutadern in die linke Vorkammer und aus dieser in die linke Kammer des Herzens zurück, um auf's Neue seinen Kreislauf zu beginnen.

§. 73 Auf diese Weise giebt der Körper eines Erwachsenen mit jedem Athemzug eine gewisse Menge Kohlensäure und zwar in einer Stunde 44 Gramm derselben von sich. Diese Kohlensäure enthält 12 Gramm Kohlenstoff, mithin muß

der Körper, um das Athmen 24 Stunden lang zu unterhalten, 288 Gramm oder 20 Loth Kohlenstoff ausgeben.

Eine natürliche Folge hiervon ist, daß wir unserem Körper die erforderliche Kohlenstoffmenge zuführen müssen, damit er das Athmen zu unterhalten vermag. In der That geschieht dieses durch die Speisen, die wir genießen, welche, aus Pflanzen- und Thierstoffen bestehend, sämmtlich Kohlenstoff enthalten. Ein beträchtlicher Theil der täglich von einem Menschen verzehrten Speisen dient lediglich zur Unterhaltung des Athmens. Mit jedem Athemzuge verliert der Körper einen bestimmten Theil seines Gewichtes, und dieser Verlust muß ihm wieder ersetzt werden, wenn er nicht bald Noth leiden soll. Ein Verhungernder verzehrt sich durch das Athmen. Wären wir im Stande, Wochen oder Monate lang den Athmen einzuhalten, so würden wir während dieser ganzen Zeit der Speisen entbehren können. Es giebt Thiere, wie z. B. Schlangen und Kröten, die mehrere Wochen lang kaum merklich athmen. Es ist bekannt, daß dieselben ebenso lange und noch länger der Nahrung entbehren können. Bei den im Winter erstarrenden Thieren steht während dieser Zeit das Athmen still, sie bedürfen deshalb keiner Speise.

Thiere, die einen Winterschlaf halten, wie der Dachs, das Murmelthier und viele andere, athmen fort, wiewohl weniger lebhaft. Dadurch verzehren sie aber in der That während jener Zeit einen beträchtlichen Theil ihres Körpers, denn diese Thiere, welche beim Beginne des Winterschlafes von Fett strotzen, erscheinen nach Vollendung desselben ganz abgemagert. Eine längere Dauer desselben würde für sie unmöglich sein.

§. 74. Die Chemie lehrt (§. 22), daß wenn der Sauerstoff sich mit anderen Stoffen verbindet, dabei eine gewisse Erwärmung stattfindet, die um so fühlbarer ist, je größere Mengen in derselben Zeit mit einander sich verbinden. Jedermann weiß, daß, wenn ich ein Stück Kohle in der Luft verbrenne, diese eine gewisse Menge Wärme liefert, und wir können uns dieser Wärme zu den verschiedensten Zwecken bedienen.

Da nun, wie oben entwickelt wurde, das Athmen nichts Anderes ist, als eine in unserem Körper vorgehende chemische Verbindung mit Kohlenstoff, so muß dadurch eine gewisse Menge von Wärme entstehen und fühlbar werden. Dies ist in der That der Fall. Ja wir behaupten mit Bestimmtheit, das gerade ein wesentlicher Zweck des Athmens die Erwärmung ist, welche sich zunächst dem Blute mittheilt und durch dessen schnelle und allseitige Verbreitung im Körper gleichmäßig nach allen Theilen desselben übertragen wird. Die Blutwärme und folglich die aller Körpertheile beträgt beim Menschen 29° R. oder 37° C. Sie ist etwas höher beim Kinde, etwas niedriger im hohen Alter. Bei den übrigen Säugethieren ist die Blutwärme ziemlich dieselbe. Sie ist jedoch bei den in den Polargegenden lebenden etwas höher und ebenso bei allen Vögeln, wo sie auf 34° R. steigt. Die meisten Fische, die Lurche und die Wirbellosen haben dagegen die Wärme ihrer Umgebung.

Schlußfolgerungen.

§. 75 Aus der vorhergehenden Einzelbetrachtung den Lebensorgane, nämlich der Verdauungs-, Blutumlaufs- und Athmungsorgane ergeben sich noch manche allgemeine Folgerungen, die zum Verständnisse verschiedener Lebenserscheinungen dienen. Unter diesen gehört die Ernährung mit zu den wichtigsten, da an die Art der Lösung dieser Aufgabe nicht allein die Erhaltung, sondern auch der Kulturzustand des Menschengeschlechtes geknüpft ist.

§. 76. Vergleichen wir die Ernährung des Menschen und der Thiere mit der der Pflanzen, so finden wir einen wesentlichen Unterschied nicht nur in der Art der Aufnahme, sondern auch des Aufgenommenen. Wir sehen die Ernährung der Pflanze nicht an ein einzelnes Organ gebunden, wie bei dem Thiere, wir sehen bei jener fast die ganze Oberfläche derselben, nämlich die Blätter und die Wurzel zur Aufnahme geeignet, während mit wenigen Ausnahmen die Thiere nur durch eine einzige Oeffnung, durch den Mund, ihre Nahrung zu sich nehmen.

Viel wesentlicher erscheint dagegen bei Vergleichung der Ernährung von Pflanze und Thier der Unterschied in der Art des Aufgenommenen. Die Pflanze ernährt sich von gänzlich unorganischen Stoffen. Wasser, Kohlensäure und Ammoniak, die drei Hauptnahrungsmittel der Pflanze (Botanik §. 88 u. s. w.), sie werden unmittelbar durch den Einfluß der allgemeinsten Naturkräfte auf die Bestandtheile des Erdkörpers gebildet, sie sind ebenso unbelebte, unorganische Stoffe wie die Minerale — sie sind gänzlich unähnlich den Pflanzentheilen, zu deren Bildung sie verwendet werden.

Die Pflanze besitzt daher die Fähigkeit, unorganische Theile des Erdkörpers aufzunehmen und dieselben zu organischen Gebilden zu vereinigen und zu gestalten. Aus Wasser, Kohlensäure und Ammoniak bildet sie die Holzfaser, die Stärke, den Zucker, das Pflanzen-Eiweiß und die vielen anderen Stoffe, die wir als Bestandtheile der Pflanzen (Chemie §. 119 — §. 157) angeführt finden.

§. 77 Diese Fähigkeit besitzt das Thier nicht. Es kann aus jenen ihm dargebotenen drei Nahrungsmitteln der Pflanzen weder sein Eiweiß, noch seine Muskelfaser, noch sein Fett bilden. Unmittelbar an die starre Brust der todten Natur gelegt, würde das Thier verschmachten. Es bedarf zu seinem Bestehen eines Vermittlers, der die ihm unentbehrlichen Stoffe zu organischen Gebilden vereinigt, und diese Stelle vertreten die Pflanzen.

In der That, wenn man die Aehnlichkeit der chemischen Zusammensetzung des Eiweißstoffes, des Caseïns, des Fibrins und des Fettes der Pflanzen (Chemie §. 150) mit den gleichnamigen Stoffen, die im Thierkörper angetroffen werden, vergleicht, so sieht man, daß das Thier, indem es die Pflanzen verzehrt,

darin alle zusammengesetzten Stoffe fertig gebildet vorfindet, welche es zur Auferbauung seiner verschiedenen Körpertheile nöthig hat.

§. 78. Das Geschäft der Verdauung des Thieres erscheint daher einfacher und leichter verständlich als das der Pflanze. Es besteht nicht darin, daß das Thier aus den ihm gegebenen Elementen seine Muskelfaser, sein Fett u. s. w. bildet, sondern darin, daß es diese in der Pflanze bereits fertig gebildeten Stoffe in den Verdauungsorganen auflöst, durch die Adern an die erforderlichen Stellen bringt und dort verwendet.

Noch mehr fällt dies in die Augen bei Thieren, welche von Thieren leben, oder gar von dem Blute ihrer Mitgeschöpfe. Offenbar genießen diese ganz dieselben Stoffe, aus welchen ihr eigener Körper besteht, ihr ganzes Verdauungsgeschäft beruht auf einer bloßen Umgestaltung, nicht auf einer chemischen Umbildung des von ihnen Aufgenommenen.

In der That wird uns das Geschäft der Verdauung um so leichter, je mehr die genossenen Speisen diejenigen Stoffe enthalten, aus welchen unser Körper besteht. Die Verdauungswerkzeuge der grasfressenden Wiederkäuer sind in mancher Beziehung anders eingerichtet als die der Fleischfresser. Die letzteren verzehren im Fleische fast ausschließlich verwendbaren (assimilirbaren) Stoff, ihre Verdauung geht rascher von Statten, ihre Mahlzeiten sind verhältnißmäßig kleiner, ihre Absonderung von Unbrauchbarem ist weniger reichlich, als dies bei den Grasfressern der Fall ist.

Das von dem Ochs verzehrte Heu enthält nur geringe Mengen von Eiweiß, Fibrin und Fett, welche für den Körper des Thieres verwendbar sind, es ist dagegen reich an Holzfaser, die für seine Ernährung unbrauchbar ist. Dieses Thier nimmt deshalb ungeheure Mahlzeiten zu sich, allein es sondert den größten Theil derselben als unverwendbar wieder ab. Es bedarf ferner zur Auflösung dieser Stoffe, zur Trennung von der Holzfaser längere Zeit als das fleischfressende Thier zur Verdauung seiner dem eigenen Körper so gleichen Nahrung. Bei dem eigentlichen Grasfresser verweilt deshalb die Nahrung sehr lange im Magen, ja sie kehrt, nachdem sie eine Zeit lang in einem besonderen Theile desselben eingeweicht war, wieder zum Maule zurück, um dort nochmals gekauet, mit Speichel vermischt und so zur Verdauung geeigneter gemacht zu werden, woher diese Thiere den Namen der Wiederkäuer erhielten. Der Darm der Raubvögel und Raubthiere, wie namentlich der Katzen, ist unverhältnißmäßig kurz.

§. 79. Das Gewicht eines erwachsenen Menschen nimmt im Durchschnitt weder zu, noch ab. Nur ausnahmsweise tritt eine Veränderung des Gewichtes ein, bei ungewöhnlicher Fettbildung oder bei krankhafter Abmagerung. Also von dem Zeitpunkte an, wo der Körper ausgewachsen ist, dienen alle Speisen, die wir genießen, nicht zur Vergrößerung der Masse unseres Körpers, sondern nur zur Erhaltung derselben. Das Gewicht alles dessen, was wir während eines Jahres an festen und flüssigen Substanzen genießen, muß daher genau so

viel betragen, als das Gewicht des während derselben Zeit vom Körper Abgesonderten.

Sehen wir von demjenigen Theile der Nahrung ab, der als völlig unverwendbar den Weg durch den Darm zurücklegt und theils in fester, theils in flüssiger Form abgesondert wird, so haben wir außerdem noch die Ausdünstung durch die Haut und das durch die Lunge ausgeathmete als Hauptausgaben des Körpers in Rechnung zu ziehen.

§. 80. Nicht alle Speisen, die wir zu uns nehmen, erfüllen im Körper gleiche Bestimmungen. Stärke, Zucker, Gummi, Weingeist und Fett sind sämmtlich Stoffe, die wir sehr häufig genießen. Keiner derselben enthält Stickstoff. Diese Substanzen können daher nicht dazu dienen, irgend einen Theil unseres Körpers zu bilden, welcher Stickstoff enthält, wie das Eiweiß und die Muskelfaser. Weder Menschen noch Thiere können ihr Leben erhalten, wenn sie nur jene Stoffe genießen. Dieselben dienen vorzugsweise zur Unterhaltung des Athmens; ihre Bestimmung ist es, den Kohlenstoff zu liefern, der durch das Athmen aus dem Körper entfernt wird, und da dies mit einer beständigen Wärme-Entwickelung verknüpft ist, so können Stärke, Gummi, Zucker, Weingeist und Fette passender Weise als erwärmende Nahrungsmittel bezeichnet werden.

§. 81. Zur Bildung der stickstoffhaltigen Körpertheile bedürfen wir stickstoffhaltiger Nahrungsmittel. Solche sind das Eiweiß, das Fibrin und das Casein (Käsestoff) der Pflanzen und Thiere. Nur solche Nahrungsmittel, welche einen oder mehrere dieser Stoffe enthalten, sind fähig, das Blut mit denjenigen Bestandtheilen zu versehen, aus welchen dieses neue Körpertheile bildet oder abgenutzte wieder ersetzt. Diese stickstoffhaltigen Nahrungsmittel werden daher auch blutbildende oder stoffbildende (plastische) genannt, und sie sind, nach dem gewöhnlicheren Ausdruck, die eigentlich nahrhaften Speisen (Chem. §. 150).

§. 82. Wenn wir nun ein Thier z. B. mit ganz reiner Stärke und Eiweiß füttern, so geben wir ihm allerdings die zur Unterhaltung des Athmens und zur Bildung seiner Muskel erforderlichen Stoffe. Allein nichts desto weniger wird bei dieser Nahrung jenes Thier sich keineswegs wohlbefinden, ja es wird früher oder später zu Grunde gehen. Es erhält nämlich in jenen Speisen keinen phosphorsauren Kalk, woraus es die Masse seiner Knochen bilden kann, und kein Kochsalz, das ihm zur Darstellung seines Magensaftes unentbehrlich ist.

In der That, wenn Rindvieh Futter bekommt, das wenig Kalk enthält, wie z. B. Oelkuchen, Rüben und das beim Branntweinbrennen als Rückstand bleibende Kartoffelspülicht, so findet dieses Thier darin nicht die erforderliche Menge von Kalk zur Ausbildung seiner Knochen, und diese bleiben schwach, während die übrige Masse des Körpers unverhältnißmäßig zunimmt, wodurch die Knochen dessen Gewicht nicht mehr zu tragen vermögen und zerbrechen. Diese unter dem Namen der Knochenbrüchigkeit gefürchtete Krankheit findet nicht Statt, wenn das Vieh reichlich Klee und Heu erhält, die viel Kalksalze enthalten (siehe Botanik §. 98).

Bekannt ist die Begierde, womit Hühner und Tauben kalkhaltige Substanzen (Mörtel, Chemie §. 79) aufsuchen und fressen. Sie bedürfen derselben um so mehr, als sie die von ihnen häufig gelegten Eier mit einer **Kalkschale** umgeben müssen. Zuweilen legen Hühner Eier mit weicher Schale, welchen der Kalk fehlt. Es ist dies ein Beweis, daß solche Hühner Mangel an kalkhaltigem Futter litten.

Ebenso suchen Menschen und Thiere unbewußt das ihnen unentbehrliche **Kochsalz** auf. Abgesehen davon, daß alles Quellwasser kleine Mengen von Kochsalz aufgelöst enthält, und dasselbe in manchen Pflanzentheilen und Thierstoffen enthalten ist, fügen wir den meisten unserer Speisen dieses Salz hinzu, da seit frühester Zeit der förderliche Einfluß desselben auf das Verdauungsgeschäft erkannt ist.

§. 83. Die vorzüglichsten Nahrungsmittel werden nun diejenigen sein, welche sowohl erwärmende als blutbildende und knochenbildende Bestandtheile enthalten. Solche sind namentlich: die Getreidekörner, die Hülsenfrüchte, die Milch, das mit Fett vermengte Fleisch, die Eier und das Blut.

Eine Uebersicht der chemischen Bestandtheile dieser Nahrungsmittel wird dazu dienen, eine deutlichere Vorstellung von ihrer Bedeutung als Speisen zu geben:

100 Gewichtstheile folgender Nahrungsmittel	1. Stickstofffreie oder Erwärmungsstoffe.			2. Stickstoffhaltige oder Blutbildungsstoffe.			3. Knochenbildender Stoff und Wasser.	
enthalten:	Stärke.	Zucker.	Fett.	Album. (S. Chem. §. 150—154).	Fibrin.	Casein.	Phosphorsauren Kalk.	Wasser.
Roggen . . .	40	2	—	—	8	—	0,07	10
Weizen . . .	74	4	—	—	11	—	0,08	10
Gerste	32	5	—	—	5(?)	—	0,24	11
Reis	85	Spur	Spur	—	3,6	—	0,4	6
Kartoffeln . .	15	Gum. 4	»	1,4	—	—	—	75
Bohnen . . .	42	Spur	0,7	—	—	18—20	1,0	23
Erbsen . . .	42	2	—	—	—	18	2,0	13
Fleisch	—	—	—	—	23	—	—	77
Milch	—	4	3	—	—	5	0,5	87
Blut	—	—	0,4	6,7	13,8	—	0,9	78
Eiweiß . . .	—	—	—	12—14	—	—	—	88—86
Eigelb . . .	—	—	29	17	—	—	—	54

§. 84. Wie man aus dieser Tafel sieht, enthalten die Getreidekörner sowohl denjenigen Stoff, der das Athmen unterhält (Stärke), als auch das stickstoffreiche, zur Blutbildung verwendbare Fibrin und phosphorsauren Kalk. In der That reicht eine aus hinlänglich Brot und Wasser bestehende Nahrung vollkommen hin, um einen Menschen bei mäßiger Arbeit zu ernähren. Roggen und Gerste enthalten 18 bis 24 Procent Holzfaser, welche als Kleie nicht zur Speise verwendbar ist, und stehen daher an Stärke- und Fibringehalt dem Weizen nach. Letzterer enthält jedoch zu geringe Mengen von Kalksalz, so daß eine junge Taube, ausschließlich mit Weizen gefüttert, knochenbrüchig wird. Bei den Getreidekörnern, namentlich beim Weizen, ist der stickstoffhaltige Bestandtheil vorzugsweise in der äußeren Schicht enthalten, während im Inneren fast reines Stärkemehl vorherrscht. Je sorgfältiger daher jene Schicht entfernt wird, d. h. je weißeres Mehl man zu erzielen sucht, um so weniger nahrhaft ist dasselbe.

Im Reis und in den Kartoffeln finden wir auf einen großen Gehalt an Stärke nur sehr wenig blutbildenden Nahrungsstoff. Daher müssen sehr große Mengen dieser Speisen genossen werden, um dem Körper die erforderliche Menge Stickstoff zuzuführen. In der That ist es bekannt, daß unsere Landleute außerordentliche Mengen von Kartoffeln und die Neger nicht weniger Reis zu sich nehmen. Der Körper erhält dadurch einen Ueberfluß an Stärkemehl, so daß ein Theil desselben gänzlich unverändert durch den Darm wieder entleert wird.

Die Erbsen und Bohnen sind als die nahrhaftesten Pflanzenstoffe zu bezeichnen, da namentlich ihr beträchtlicher Gehalt an stickstoffhaltigem Caseïn sie dem Fleisch nähert. Das letztere, welches ganz aus zu Blut verwendbarem Fibrin besteht, hat vor den Hülsenfrüchten den Vorzug, daß es leichter verdaulich ist. An und für sich enthält das Fleisch nicht hinreichend Kohlenstoff zur Unterhaltung des Athmens, allein da ihm durchschnittlich Fett beigemengt ist, so wird dieses zur Erwärmung verwendet.

In keinem Nahrungsmittel finden wir aber so günstige Ernährungsbedingungen vereinigt wie in der Milch, welche Zucker, Fett, Caseïn und die erforderlichen Salze in aufgelös'tem Zustande enthält. Sie ist daher auch vorzugsweise geeignet, in der Entwickelungszeit das Hauptnahrungsmittel des Menschen und vieler Thiere auszumachen.

§. 85. Da alle dem Körper zugeführten Stoffe in flüssige Form übergehen müssen, so bedarf derselbe beständig einer gewissen Menge Wassers, um die Auflösung und Leitung seiner ernährenden Theile zu bewirken. Dieses Wasser ist theils in den Speisen erhalten, theils wird es als Getränk aufgenommen. Von allen Nahrungsmitteln ist die Milch allein ausreichend, mit ihren ernährenden Bestandtheilen zugleich die erforderliche Menge von Wasser zu liefern.

In ähnlicher Weise wie die Pflanze nimmt unser Körper zur Auflösung seiner Speisen bei weitem mehr Wasser auf, als er in seinem Inneren ver-

wendet, weshalb beständig ein Theil desselben wieder abgesondert wird. Dieses geschieht auf drei verschiedenen Wegen, und man kann annehmen, daß von der Gesammtmenge des Wassers, die aus dem Körper entfernt wird, ⅓ durch die Lunge, ⅓ durch Haut und ⅓ als Urin austritt.

§. 86. Die Nieren-Schlagader führt das Blut bei seinem Kreislauf durch die Nieren, welche zwei halbrunde, drüsenartige Organe sind, die im Unterleibe liegen und deren Verrichtung darin besteht, daß sie dem in sie eingetretenen Blute einen Theil seines überflüssigen Wassers, sowie mehrere darin aufgelöste Stoffe entziehen.

Diese letzteren sind die abgenutzten Theile, welche das Blut auf seinem Wege durch den Körper an verschiedenen Stellen, namentlich aus den Muskeln aufnimmt, und welche mit dem Urin, der aus den Nieren in die Blase gelangt, aus dem Körper ausgeschieden werden.

§. 87. Die Menge von Speise, welche ein Mensch nöthig hat, ist abhängig von der Temperatur und dem Feuchtigkeitszustande der Luft und von der Bewegung des Menschen. Derselbe verbraucht um so mehr Nahrung, je kälter und feuchter das Klima ist, in welchem er lebt. Durch dieses erleidet nämlich sein Körper eine beträchtlichere Abkühlung, welche durch vermehrtes und tieferes Athemholen, also durch eine gesteigerte Wärme-Entwickelung wieder ausgeglichen werden muß.

Es ist bekannt, daß alle Bewohner heißer Länder bei weitem weniger Speisen bedürfen als die der gemäßigten und kalten Länder, und daß die der kältesten Gegenden besonders viel der in §. 80 als erwärmend bezeichneten Nahrungsstoffe genießen, wie z. B. die Lappländer den Thran in Menge trinken. Das stärkere Essen der Nordlandbewohner ist daher nicht als üble Gewohnheit oder Unmäßigkeit, sondern als nothwendige Folge der Ernährungsverhältnisse zu betrachten. Bei hinreichender Nahrung kann der Mensch die heftigste Kälte ertragen.

§. 88. Durch jede Muskelbewegung wird ein Theil des in Bewegung gesetzten Muskels abgenutzt oder verbraucht. Dieser Verlust an Muskelsubstanz muß dem Körper wieder zugeführt werden, wenn derselbe die Fähigkeit behalten soll, die Bewegung zu erneuern. Deswegen kann keine Bewegung unausgesetzt andauern. Eine solche würde eine fortwährende Stoffverminderung des Körpers bewirken und diesen bald aufreiben. Bei allen Thieren tritt nach einer gewissen Stoffverbrauchung das Gefühl der Ermüdung und nach diesem ein Zustand der Ruhe aller Organe der willkürlichen Bewegung ein, den wir Schlaf nennen. Beim Manne beträgt die Zeit der täglichen Bewegung durchschnittlich 17, die des Schlafes 7 Stunden. Während des letzteren erhalten seine Muskel wieder einen hinreichenden Zuwachs neugebildeter Fasersubstanz für den Verbrauch der folgenden Bewegungszeit.

Es ist daher klar, daß diejenigen, welche starke körperliche Anstrengungen durchmachen und dadurch viel Muskelsubstanz einbüßen, vorzüglich viel solcher Nahrungsstoffe bedürfen, aus welchen jene wieder gebildet werden kann, daß sie also vorzugsweise mit Brot, Fleisch, Hülsenfrüchten, Käse und dergleichen ernährt werden müssen.

---

3) Die Sinnorgane.

§. 89. Die Organe der Sinne bestehen nicht aus einem einzelnen Gebilde, sondern es vereinigen sich zu denselben mehrere Theile der seither betrachteten Organe. Wir treffen in einem Sinnorgane Knochen, Muskel, Nerven und Blutgefäße, und sie können in dieser Hinsicht als zusammengesetzte Organe bezeichnet werden.

Wir unterscheiden fünf Sinnorgane, nämlich: die Haut, die Zunge, die Nase, das Ohr und das Auge.

1. Die Haut.

§. 90. Die **Haut** ist das Organ des **Gefühls** und bedeckt die ganze Oberfläche des Körpers. Sie besteht aus drei verschiedenen Häuten oder Lagen, nämlich aus der Gefäßhaut, der Fleischhaut und der Zellhaut.

a. Die **Gefäßhaut** bildet die äußerste Schicht der Haut. Bei näherer Betrachtung lassen sich an derselben wieder drei besondere Schichten unterscheiden: die Oberhaut, das Schleimnetz und die Lederhaut.

Die **Oberhaut** überzieht als dünnes Häutchen den ganzen Körper; sie ist durchsichtig und ohne Empfindung. Mit einer Nadelspitze kann man sie leicht durchstechen und aufheben. An manchen Stellen, die häufigem Drucke ausgesetzt sind, verdickt sich die Oberhaut und bildet dann die sogenannten **Schwielen** und Hühneraugen.

Die Schweißlöcher oder **Poren** sind außerordentlich feine und zahlreiche Eintiefungen der Oberhaut, und in ähnlichen Vertiefungen wurzeln die Haare. Beider wird nachher weiter gedacht werden.

Das **Schleimnetz** befindet sich unmittelbar unter der Oberhaut, von der es eigentlich den unteren, noch nicht vertrockneten Theil ausmacht. Diese Schicht zeigt keine organisirte Bildung, und bietet nur insofern bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten dar, als sie unter besonderen klimatischen Einflüssen eine eigenthümliche Färbung annimmt, wodurch denn die sogenannte Hautfarbe der Völker verschiedener Länder bedingt wird. Dieselbe ist z. B. schwarz bei den Negern, röthlich bei den Amerikanern, braun bei den Malayen, gelb bei den

Chinesen und farblos bei den sogenannten Weißen. Bei letzteren durchscheinen daher die rothen Blutgefäße der unmittelbar darunter liegenden Hautschicht die obere und ertheilen der Oberfläche eine rothe Färbung, wie an den Lippen und Wangen.

Die Lederhaut bildet den wesentlichsten Theil der Gefäßhaut, denn sie besteht aus einer dicken, aus Fasern, Gefäßen und Nerven zusammengefilzten, zähen Lage. Diese Haut ist es, die von den oberen Schichten und Haaren befreit, als Leder benutzt wird.

Man erkennt durch das Vergrößerungsglas unzählige, kleine, aus der Gefäßhaut hervorragende Wärzchen, die aus einem Bündel feiner Nervenfäden bestehen, die hier endigen und als der eigentliche Sitz des Gefühles anzusehen sind. Sie lassen sich an der inneren Fläche der Finger als linienförmige Erhöhungen leicht erkennen.

§. 91. b. Die Fleischhaut besteht aus einer dünnen Lage von Muskelfasern, die unter der Gefäßhaut sich erstreckt und die beim Menschen nur an einzelnen Stellen, z. B. am Halse und Kopfe, bei manchen Säugethieren dagegen über den ganzen Körper verbreitet ist, wie beim Igel (vergleiche §. 29).

c. Die Zellhaut, welche auch als Zellgewebe bezeichnet wird, bildet die dritte Schicht der Bedeckung des Körpers, oder wo an vielen Stellen desselben die Fleischhaut fehlt, die zweite. Sie besteht aus lockerem, mit Fett angefülltem Gewebe und ist bei mageren Personen spärlich, bei dickleibigen dagegen reichlich entwickelt.

§. 92. Zur Haut gehörig sind die Haare, die Nägel, Schuppen, Federn und Hörner.

Die Haare stecken mit einer sogenannten Haarwurzel oder Haarzwiebel in Vertiefungen der Oberhaut. Sie wachsen nur an ihrem unteren Ende, denn es verbreiten sich in denselben weder Nerven, noch Gefäße, so daß man sie abschneiden kann, ohne schmerzliche Erregung des Gefühles. Die Haare sind hohl und gleich dem Schleimnetze mit einer Flüssigkeit erfüllt, die ihnen die Farbe verleiht.

Die Nägel, Schuppen und Federn lassen sich als sehr stark entwickelte, zusammengewachsene oder zerfaserte Haare betrachten, die ebenfalls ohne Gefühl sind und nur am Grunde wachsen. Dasselbe gilt von den Hörnern, und wenn dies auch bei vielen Thieren weniger deutlich hervortritt, so läßt z. B. das Horn des Nashorns auf's Entschiedenste erkennen, daß es aus zusammengeklebten Haaren besteht. Auch in chemischer Hinsicht stimmen diese Hautgebilde durch ihre gleiche Zusammensetzung überein. 100 Theile derselben enthalten: 51 Theile Kohlenstoff, 7 Wasserstoff, 18 Stickstoff, 24 Sauerstoff, wozu noch eine kleine Menge Schwefel kommt. Wegen ihres Reichthums an Stickstoff werden diese Substanzen vorzugsweise zur Fabrikation von Berlinerblau (Chemie §. 92) benutzt.

§. 93. Die in der Gefäßhaut zahlreich verbreiteten Haargefäße bringen das in ihnen enthaltene Blut an der ganzen Oberfläche des Körpers in sehr nahe Berührung mit der Luft, die in der That nur durch die Wände der Haargefäße und die Oberhaut vor unmittelbarer Berührung mit dem Blute abgehalten ist. Da aber die Häute für die von ihnen eingeschlossenen Flüssigkeiten keineswegs absolut undurchdringlich sind, so dunstet ein Theil der Blutmasse aus den Haargefäßen der Gefäßhaut beständig aus und tritt dampfförmig durch die kleinen Oeffnungen der Oberhaut als Schweiß hervor.

Der Schweiß besteht seiner Hauptmasse nach aus Wasser. Er enthält jedoch manche flüchtige Stoffe, die durch besonderen Geruch sich auszeichnen. Die Menge desselben beträgt $^1/_3$ der vom Körper überhaupt abgesonderten Flüssigkeit. Die Ausdünstung durch die Haut ist zum Wohlbefinden des Körpers nothwendig, und eine Verminderung dieser Hautthätigkeit ist für denselben nachtheilig. Thiere, deren sämmtliche Poren durch einen Ueberzug von Firniß verstopft werden, sterben nach einiger Zeit. Eine vermehrte Schweißabsonderung wird hervorgebracht durch alle Ursachen, welche einen größeren Blutzufluß zur Haut erregen, also durch äußere Wärme, starke Bewegung, warme Getränke u. s. w. Die Haut der fleischfressenden Säugethiere hat keine Poren; sie schwitzen daher nicht und bedürfen deshalb auch einer geringeren Menge von Wasser.

2. Die Zunge.

§. 94. Die Zunge ist das Organ des Geschmacks. Sie ist gleichsam ein abgesonderter und vorzüglich vollkommen entwickelter Theil der Haut, an welcher die Gefühlswärzchen sehr deutlich sichtbar ausgebildet sind und die Fleischhaut in Gestalt zweier starker Muskel vorhanden ist. Die letzteren verleihen der Zunge eine große Beweglichkeit, und sie dient daher auch wesentlich zur Vertheilung der Speisen im Munde und zur eigenthümlichen Gestaltung der Mundhöhle, wodurch der Ton beim Sprechen besondere Abänderungen erleidet, welche ohne die Zunge gar nicht hervorzubringen sind. Diese kann insofern auch als Organ der Sprache bezeichnet werden.

Die Körper wirken nur dann auf das Geschmacksorgan, wenn sie in Wasser auflöslich sind. Vollkommen unauflösliche Körper nennen wir geschmacklos, wie z. B. Kohle, Kieselerde u. s. w. Das Geschmacksvermögen der Zunge wird daher durch die in der Nähe liegenden Speicheldrüsen (§. 47) unterstützt, welche den wässerigen Speichel absondern, der die meisten in den Mund gebrachten Substanzen theilweise auflöst und dadurch ihren Geschmack erkennen läßt.

Die Zunge wird als sichtbares Organ bei den Wirbelthieren und auch bei vielen Wirbellosen angetroffen. Der Geschmacksinn ist jedoch den niederen Thieren, welchen die Zunge fehlt, nicht abzusprechen, da viele derselben eine ganz besondere Auswahl in ihren Nahrungsmitteln treffen, wie z. B. manche

Raupen sich nur von einer besonderen Pflanze ernähren und jede andere schmähen.

3. Die Nase.

§. 95. Die Nase ist das Organ des Geruchs. Ihr wesentlichster Theil ist d[...] aus vielen dünnen und gewundenen Blättern bestehende Riechbein, das m[...] der sogenannten Riech- oder Schleimhaut überzogen ist. Sie erhält sich du[rch] Absonderung eines Schleimes beständig feucht, und dieser Zustand ist z[ur] Wahrnehmung des Geruchs nothwendig, da derselbe bei trockener Nase si[ch] verliert. Dasselbe findet bei übermäßiger Schleimabsonderung, z. B. währen[d] eines Schnupfens, Statt. Die für den Geruch empfängliche Riechhaut biete[t] eine Oberfläche von mehreren Quadratfußen in einem sehr engen Raume dar, etwa ähnlich wie ein Bogen Papier, vielfach zusammengefaltet, dieselbe Oberfläche hat wie vorher.

Durch den Geruch können nur solche Gegenstände wahrgenommen werden, welche fähig sind, Luftform anzunehmen. Alle übrigen nennen wir geruchlos. Es ist erstaunlich, welch außerordentlich kleine körperliche Massen durch den Geruch noch wahrnehmbar sind. Legt man ein Körnchen Moschus in ein Zimmer, so riechen wir alsbald im ganzen Zimmer, ja nach einiger Zeit im ganzen Hause den Moschus, ohne daß man im Stande ist, durch die feinste Waage nachzuweisen, daß ein Theil des Moschus sich verflüchtigt hat. Die Nase ist auf diese Weise ein höchst wichtiger Sinn, der uns von Vielem unterrichtet, was jeder anderen sinnlichen Wahrnehmung entgeht. Es ist bekannt, daß Wilde den Rauch auf Meilen weit riechen, daß die Lastthiere der wasserarmen Wüsten auf große Entfernungen hin eine Quelle wittern und derselben unaufhaltsam zueilen; daß Hunde, nur vom Geruche geleitet, die Spur des Wildes oder ihres Herrn Tage lang verfolgen.

§. 96. Die Nasenhöhle öffnet sich beim Menschen durch zwei Gänge hinten in den Gaumen, so daß die Luft zum Athmen auch durch die Nase eingezogen werden kann, was in der Ruhe gewöhnlich der Fall ist. Dieselbe Einrichtung finden wir bei den Säugethieren, Vögeln und Lurchen, während bei den Fischen die Nase sich hinten nicht in den Gaumen öffnet.

Die niederen Thiere haben kein sichtbares Geruchsorgan. Nicht alle entbehren jedoch der sinnlichen Wahrnehmung durch den Geruch, denn wir sehen z. B. die Aaskäfer (Todtengräber) durch denselben geleitet, die verwesenden Thierkörper auffinden und die Motten den stark riechenden Stoffen entfliehen.

4. Das Ohr.

§. 97. Das Ohr ist das Organ des Gehörs. Es ist immer doppelt vorhanden, und besteht aus dem äußeren und dem inneren Ohre. Das äußere Ohr oder die Ohrmuschel (Fig. 13. *a* a.f.S.) verengert sich in den Gehörgang, *b*, der

durch ein sehr elastisches Häutchen, Trommelfell genannt, verschlossen ist, hinter welchem die Trommelhöhle liegt. Diese Höhle steht durch eine Röhre mit dem Munde in Verbindung, so daß die in derselben befindliche Luft von der äußeren Luft keineswegs abgeschlossen ist. Diese Verbindung mit dem Munde macht es erklärlich, daß man bei Harthörigen und gespannt Aufhorchenden häufig den Mund geöffnet sieht. Auch mag diese Röhre zum Verständniß unserer eigenen Worte wesentlich beitragen In der Trommelhöhle liegen eine Reihe

Fig. 13.

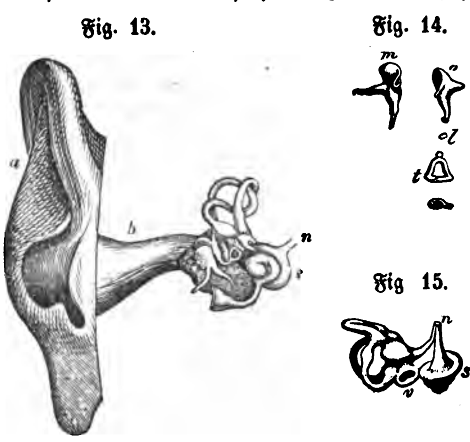


Fig. 14.

Fig 15.

von Knöchelchen, die ihre Namen von der Gestalt haben, nämlich der Hammer, Fig. 14 *m*, der Amboß, *o*, der Steigbügel *t*, und das Labyrinth, Figur 15, welches aus der Schnecke, *s*, und dem Vorhofe mit dem ovalen Fenster, *v*, und den halbkreisförmigen Kanälen besteht. Der Vorhof und die Schnecke sind mit einer wässerigen Flüssigkeit angefüllt, in welcher sich die letzten Fäden des Gehörnervs, *n*, verbreiten.

Ohne daß man die Bestimmung aller dieser besonders gebildeten Theile im Einzelnen genau kennt, weiß man im Allgemeinen, daß die Schallwellen durch die Ohrmuschel aufgefangen und nach dem Trommelfell geleitet werden, welches dadurch in Schwingungen versetzt wird, die sich durch die erwähnten festen, kleinen Knochen bis zur Flüssigkeit des Labyrinths und dessen Nervenverbreitung fortpflanzen.

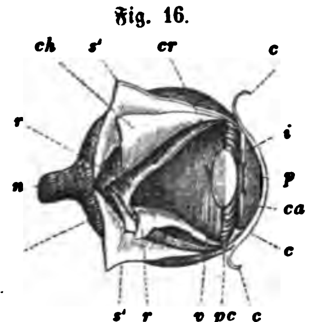
Das Wesentlichste am Gehörorgane ist der Gehörnerv, und es kann das Trommelfell verletzt und die Reihe der Knöchelchen unterbrochen sein, ohne daß das Gehör ganz aufhört. Ja bei manchen Thieren, wie bei den Krebsen, besteht das Gehörorgan nur aus einem mit Flüssigkeit gefüllten Bläschen, auf welchem sich der Hörnerv ausbreitet.

Ein äußerlich sichtbares Ohr haben nur die Säugethiere. Bei den Fischen und Lurchen ist dieses Organ nach außen mit einer Haut verschlossen, und erst die Vögel haben dasselbe geöffnet. Bei den niederen Thieren ist ein Hörorgan nur ausnahmsweise erkennbar.

5. Das Auge.

§. 98. Das Auge ist das Organ des Gesichts. Wir wollen zunächst seine einzelnen Theile und nachher deren Bestimmung kennen lernen. Das eigentliche Auge wird Augapfel genannt, und Fig. 16 stellt denselben von der Seite im Durchschnitt dar. Gehen wir bei dessen Betrachtung von innen nach außen, so finden wir den inneren Theil des Auges aus einer durchsichtigen Kugel bestehend, deren Masse der gallertartige, sogenannte Glaskörper, *v*, ist. Denselben umschließen drei Häute, nämlich die unterste oder Netzhaut (Retina, *r*), in welche der nach dem Auge gehende Sehnerv (*n*) sich ausbreitet. Die Netzhaut ist umschlossen von der Gefäßhaut (Choroidea, *ch*). Sie hat ihren Namen von den zahlreichen Blutgefäßen, welche dieselbe durchziehen und ihr eine rothe Farbe ertheilen. Der vordere Theil derselben schließt sich an die braun, grau oder blau gefärbte Regenbogenhaut (Iris, *i*) und diese bildet den sogenannten Augenstern. In der Mitte öffnet sich die Regenbogenhaut, ähnlich wie die Lippen oder die Augenlider, und diese Oeffnung heißt das Sehloch oder die Pupille (*p*). Unter der Regenbogenhaut verlaufen die sogenannten Ciliargefäße (*pc*). Die ganze innere Oberfläche der Netzhaut ist mit einem schwarzen Farbestoff (Pigment) überzogen, so daß das Auge gleichsam eine kleine, dunkele Kammer vorstellt, in welche nur durch die Pupille Licht fällt. Mitunter fehlt das schwarze Pigment, so daß die unter demselben liegenden rothen Ciliargefäße hindurchscheinen und den Augen eine rothe Farbe ertheilen. Menschen mit solchen Augen nennt man Albinos; sie können das Licht nicht gut vertragen, und ähnlich verhält es sich mit den weißen Kaninchen und Mäusen, die rothe Augen haben.

Fig. 16.



Die dritte oder äußerste Augenhaut endlich wird die harte Augenhaut (Sclerotica, *s'*) genannt. Sie ist porcellanartig, weiß und sehr stark, so daß sie dem rings von ihr umgebenen Auge beträchtlichen Schutz gewährt. Der vordere Theil derselben, Hornhaut (Cornea, *c*) genannt, ist etwas stärker gewölbt und vollkommen durchsichtig. Zwischen Hornhaut und Regenbogenhaut entsteht dadurch die etwa halbmondförmige vordere Augenkammer (*ca*), welche mit farblos durchsichtiger Flüssigkeit erfüllt ist.

Es ist jetzt nur noch der Krystallinse (*cr*) zu gedenken, welche unmittelbar hinter der Pupille liegt und aus einer gallertartigen, vollkommen durchsichtigen Substanz besteht, die jedoch etwas fester ist als der Glaskörper (*v*), welche die hintere Augenkammer ausfüllt.

Alle diese genannten Theile des Auges lassen sich sehr deutlich erkennen, wenn man ein Ochsenauge aufschneidet. Man kann aus einem solchen die Kry-

stallinse herausnehmen und sich überzeugen, daß diese sich vollkommen verhält wie eine aus Glas geschliffene Sammel-Linse, wie denn überhaupt das Auge und seine Verrichtung, das Sehen, so durchaus den allgemeinen optischen Gesetzen entsprechen, daß die Erklärung desselben ganz selbstständig im physikalischen Theile (§. 166) entwickelt worden ist.

II. Eintheilung und Beschreibung der Thiere.

§. 99. In dem Vorhergehenden haben wir den vollkommensten organisirten Körper kennen gelernt, den des Menschen. Die Beschreibung der Thiere ist nichts Anderes, als eine fortwährende Vergleichung ihres Körpers mit dem menschlichen Körper, und die Eintheilung derselben ist eine Scheidung in Thier-Haufen, die eine Uebereinstimmung darin zeigen, daß ihnen entweder die gleichen Organe fehlen, oder daß die vorhandenen in gleicher Unvollkommenheit entwickelt sind.

Wir nennen ein Thier um so vollkommener oder um so höher stehend, je geringer dieser Mangel ist. Die Unterscheidung der Thiere bietet nur dadurch große Schwierigkeit, daß ihre Organe in der äußeren Form von den entsprechenden Organen des Menschen sehr beträchtlich abweichen. So sind z. B. die Athemorgane der Insecten bloße Luftröhren, welche den Körper dieser Thiere durchziehen und mit unserer Lunge keine andere Aehnlichkeit haben als die Verrichtung.

Wegen dieser Schwierigkeit, die Organe der Thiere immer richtig zu erkennen, begegnet man manchen Verschiedenheiten in der Stellung, welche denselben gegeben worden sind. Mehrere Forscher halten z. B. die Muscheln und Schnecken für vollkommnere Thiere als die Insecten, während andere der entgegengesetzten Meinung sind. Im Ganzen herrscht jedoch eine ziemliche Uebereinstimmung, und es ist für uns wichtiger, den Charakter der einzelnen Thierklassen kennen zu lernen, als die abweichenden Ansichten über deren Stellung zu vergleichen.

Man kennt bis jetzt ungefähr 48,870 Thiergattungen, welche genauer beschrieben sind, allein es läßt sich annehmen, daß die Zahl der jetzt lebenden gegen 88,000 beträgt, welche mit Hinzurechnung der versteinerten bis über 100,000 steigen mag. Es wurde bereits im §. 25 gezeigt, daß alle in zwei Hauptgruppen zerfallen, nämlich in Thiere ohne Wirbelsäule und in Wirbelthiere.

Jede dieser Gruppen zerfällt wieder in Klassen, die Klassen theilen

sich in Ordnungen und diese wieder in Familien. Diese enthalten wie bei den Pflanzen mehrere Thiere von ähnlicher Art, die ein Geschlecht oder eine Gattung ausmachen.

Es ist klar, daß eine ausführliche Beschreibung dieser ungeheuren Anzahl von Thieren weit über die Gränzen eines jeden kleineren Werkes hinausgeht. Dieses kann nur das Wichtigste der Eintheilung andeuten und die bedeutenderen Thiere als Beispiele aufzählen. Zum Studium der Thiere müssen daher außer dem, was die lebendige Welt in unserer Umgebung bietet, größere Werke zu Hülfe genommen werden, wie deren mehrere am Eingang des zoologischen Theiles angeführt worden sind.

Die folgende Tafel giebt eine Uebersicht des gesammten Thierreichs nach Klassen und Ordnungen:

Uebersicht des Thierreichs.

A. Wirbelthiere; Vertebrata.

Thiere mit einem inneren Knochengerüste, dessen Stamm in der Höhle des Schädels das Gehirn und in einem Kanale der Wirbelsäule das Rückenmark umschließt; mit rothem Blut; geschlossenem Gefäßsystem aus Schlag-, Blut- und Saugadern.

Klassen:	Ordnungen:
I. Säugethiere; Mammalia. Rothes, warmes Blut; Herz mit zwei Vorkammern u. zwei Herzkammern; mit Lungen; bringen lebendige Jungen zur Welt und ernähren dieselben mit Milch; der Körper behaart, mit wenig Ausnahmen. Zahl der bekannten Gattungen = 1500.	1. Zweihänder. 2. Vierhänder. 3. Flatterthiere. 4. Raubthiere. 5. Beutelthiere. 6. Nagethiere. 7. Zahnlose. 8. Vielhufer oder Dickhäuter. 9. Einhufer. 10. Zweihufer oder Wiederkäuer. 11. Flossenfüßer. 12. Wale.
II. Vögel; Aves. Rothes, warmes Blut; Herz mit zwei Vorkammern und zwei Herzkammern; mit Lungen; legen Eier; ihr Körper ist mit Federn bekleidet; die Vorderglieder sind Flügel. Zahl der bekannten Gattungen = 6000.	1. Raubvögel. 2. Hocker. 3. Hühner. 4. Laufvögel. 5. Watvögel. 6. Schwimmvögel.
III. Lurche; Amphibia. Rothes, kaltes Blut; ein Herz mit zwei Vorkammern und mit einer einfachen oder unvollständig geschiedenen Herzkammer; athmen durch Lungen und theilweise durch Kiemen; legen Eier; Haut beschuppt oder nackt. Zahl der bekannten Gattungen = 1500.	1. Schildkröten. 2. Eidechsen. 3. Schlangen. 4. Frösche.

Klassen:	Ordnungen:
IV. **Fische: Pisces.** Herz mit einer Vorkammer und einer Herzkammer; rothes, kaltes Blut; athmen durch Kiemen: legen Eier; haben zu Flossen ausgebildete Glieder und beschuppte Haut. Zahl der Gattungen = 5000.	1. Quermäuler. 2. Freikiemer. 3. Rundmäuler. 4. Haftkiemer. 5. Büschelkiemer. 6. Weichflosser. 7. Stachelflosser.

B. Wirbellose; Avertebrata.

Kein Gehirn und Rückenmark; mit kleineren, durch Markfäden verbundenen Markknoten, oder ein einfacher Markfaden oder keine Spur von Nervensystem.

Klassen:	Ordnungen:
V. **Krustenthiere; Crustacea.** Gegliederte Gliedmaßen; mehr als 3 Fußpaare; meist 2 Paar Fühler; meist zusammengesetzte Augen; athmen durch Kiemen oder Kiemensäckchen.	1. Krebse. 2. Maulfüßer. 3. Flohkrebse. 4. Kahlfüßer. 5. Stachelfüßer. 6. Gleichfüßer. 7. Blattfüßer. 8. Büschelfüßer. 9. Schmarotzer.
VI. **Kerbthiere; Insecta.** Kopf vom Bruststück geschieden; gegliederte Gliedmaßen; 3 Paar Füße; 1 Paar Fühler; zusammengesetzte Augen; Luftröhren; Verwandlung.	1. Käfer. 2. Geradflügler. 3. Hautflügler. 4. Netzflügler 5. Schuppenflügler. 6. Halbflügler. 7. Zweiflügler.
VII. **Spinnen; Arachnidae.** Kopf und Brust verschmolzen; meist 4 Paar Glieder; einfache Augen; keine Fühler; athmen durch Lungensäcke und Luftröhren; ohne Verwandlung.	1. Lungen-Spinnen. 2. Luftröhren-Spinnen.
VIII. **Würmer; Annulata.** Körper meist langgestreckt; in Ringe abgetheilt; ohne Gliedmaßen; Kiemen; meist rothes Blut; im Wasser lebend.	1. Borstenwürmer. 2. Glattwürmer. 3. Strudelwürmer.
IX. **Weichthiere; Mollusca.** Weicher Körper, von schlüpfriger Haut lose umgeben; vollkommenes Gefäßsystem; meist von 1 oder 2 Kalkschalen eingeschlossen.	1. Kopffüßer. 2. Flossenfüßer. 3. Kielfüßer. 4. Bauchfüßer. 5. Armfüßer. 6. Muscheln. 7. Mantelthiere.
X. **Strahlthiere; Radiata.** Körperhöhle von einer lederartigen oder kalkigen Haut gebildet, in welcher der Darm frei angeheftet ist; Meeresbewohner mit meist freier Ortsbewegung.	1. Spritzwürmer. 2. Seeigel. 3. Seesterne. 4. Haarsterne.

Klassen:	Ordnungen:
XI. Eingeweidewürmer; Entozoa. Körper weich, durchscheinend; in Gestalt und innerer Ausbildung sehr abweichend; keine Fühler; leben in anderen Thieren.	1. Rundwürmer. 2. Hakenwürmer. 3. Saugwürmer. 4. Bandwürmer. 5. Blasenwürmer.
XII. Quallen; Acalepha. Seethiere mit gallertartig durchscheinenden Körpern; Gefäße, Fühlfäden, Fangarme, Nervenandeutungen; schwimmen frei.	1. Rippenquallen. 2. Scheibenquallen. 3. Röhrenquallen.
XIII. Pflanzenthiere; Polypi. Körper gallertig oder fleischig, meist festsitzend; um den Mund strahlige Fühlfäden; die ganze innere Körperfläche ist Magen; vermehren sich durch Sprossen und Theilung.	1. See-Anemonen. 2. Steinkorallen. 3. Hornkorallen. 4. Seefedern. 5. Süßwasserpolypen.
XIV. Aufgußthiere; Infusoria. Körper gallertig, durchscheinend, viele Magensäcke; am Munde Wimpern; keine Nervenspur; mikroskopische Thiere; frei schwimmend.	1. Darmlose. 2. Darmthiere.

A. Wirbelthiere; Vertebrata.

§. 100. Die Wirbelsäule ist das wesentliche Merkmal der höheren Stufe der Thierwelt, denn sie ist die schützende Hülle des von ihr eingeschlossenen Rückenmarkes, das mit dem niemals fehlenden Gehirne und den Nerven ein zusammenhängendes System bildet, wodurch Empfindung und eigene Thätigkeit bedeutend gesteigert werden, so daß wir bei diesen Thieren vollständig entwickelte Sinnorgane antreffen. Die Wirbelthiere können daher **Sinnenthiere** genannt werden, im Gegensatz zu den Wirbellosen, die wir als Eingeweidethiere bezeichnen.

Auch in dem Leibesumfange spricht sich die größere Vollkommenheit der Wirbelthiere aus. Denn ihr vollständiges System der Eingeweide, mit den hinzutretenden Knochen, Muskeln, Nerven und Sinnen bedarf eines größeren Raumes, als ihn der Körper der meisten Wirbellosen darbietet. Die kleinsten Wirbelthiere sind immer noch länger als einen Zoll und lassen selbst ihre feineren Organe mit bloßem Auge deutlich erkennen, sie sind Riesen im Vergleich mit den meisten Wirbellosen. Es tritt dafür die Anzahl und die Mannichfaltigkeit der Arten bei den Wirbelthieren auffallend zurück.

Die Beziehungen der Wirbelthiere zum Menschen sind viel unmittelbarer und

als bei weitem wichtigere in's Auge fallend als die der niederen Thierstufe. Der Nutzen, welchen sie uns in der verschiedensten Weise gewähren, überwiegt bei weitem den von manchen derselben mitunter angerichteten Schaden. Auch sind sie in der Regel da, wo sie störend auftreten, viel leichter zu bekämpfen als die oft unsichtbar zerstörenden Thiere der unteren Stufe.

Die Wirbelthiere zerfallen in vier Klassen, nämlich in Säugethiere, Vögel, Lurche und Fische.

Erste Klasse: Säugethiere; Mammalia.

§. 101. Diese Klasse begreift in sich die vollkommensten aller Thiere, welche sich in vielfacher Weise vor den anderen auszeichnen, und zwar besonders dadurch, daß sie ohne Ausnahme lebendige Jungen hervorbringen und dieselben anfänglich mit Milch ernähren. Ihr Körper ist in der Regel vollständig mit Haaren bedeckt, die nur bei wenigen vereinzelt, bei andern stachelartig oder zu Schuppen verwachsen erscheinen. Besonders entwickelt sind bei den Säugethieren alle Sinnorgane, und das geöffnete Ohr ist fast immer mit einer Muschel versehen. Ihre Wirbelsäule ist biegsam und der Hals hat mit wenig Ausnahmen 7 Wirbelbeine. Es sind vier Glieder vorhanden, allein die Zahl der Zehen ist verschieden, indem 5, 4, 3, 2, ja selbst nur eine Zehe vorkommen. Die Luftröhre ist durch einen Kehldeckel verschließbar, die Stimme ist jedoch nicht melodisch, sondern meist rauh oder pfeifend.

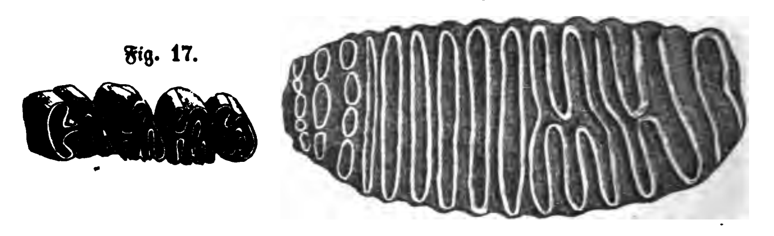
Die vollkommenen Sinne, das entwickelte Gehirn und Muskelsystem machen die Säugethiere in ihren Beziehungen zum Menschen ganz besonders wichtig. Denn nicht allein, daß sie in ihrem Fleisch, Fett, Blut, in ihren Haaren, Knochen, Häuten, Gedärmen, die mannichfach nutzbaren Stoffe liefern, sind sie auch durch ihre geistigen Anlagen besonders geschickt, die Gehülfen, die Diener, ja so zu sagen, die Gesellschafter und Freunde des Menschen zu werden. Tausende von Beispielen bestätigen dies noch täglich vor unseren Augen, und um dieses wohlthätige und schöne Verhältniß der Thierwelt zum Menschen anzudeuten, konnten wir gewiß kein passenderes Beispiel finden, als die zum Anfang und zum Schluß dieses Abschnittes gewählten, nämlich den Hund vom St. Bernhard, der einen Menschen rettet, und das Pferd, das seinen gefallenen Herrn betrauert.

Bei der Unterscheidung der Säugethiere wird besonders auf die Bildung der Zähne und der Füße Rücksicht genommen. Hinsichtlich ihrer Stellung unterscheidet man die Zähne in Vorder- oder Schneidezähne, in Eckzähne oder Hundszähne und in Backenzähne, von welchen die vorderen, kleinen die falschen Backenzähne oder Lückenzähne genannt werden, da sie bei vielen Thieren gänzlich fehlen. In der Substanz bieten die Zähne insofern Verschiedenheit dar, als die Vorder- und Eckzähne ganz mit Schmelz überzogen sind und daher einfache Zähne heißen, während bei den

Backenzähnen der Schmelz in die Zahnmasse eindringende Falten bildet, Fig. 17, in welchem Falle diese Zähne Faltenzähne genannt werden. Andere Backenzähne heißen Blätterzähne (z. B. die des Elephanten, Fig. 18) und bestehen aus einer Anzahl zusammengekitteter plattenförmiger Zähne, wodurch die Kaufläche das in der Abbildung dargestellte eigenthümliche Ansehen erhält.

Fig. 18.

Fig. 17.



Bei manchen Thieren ist die Kaufläche der Backenzähne höckerig, bei andern zackig, weshalb die Ausdrücke Höckerzähne und Zackenzähne zu merken sind. Erstere finden wir z. B. beim Menschen, letztere bei den Hunden und den Katzen. Fig. 19 zeigt uns das Gebiß eines Fleischfressers (eines Wolfs).

Fig. 19.



Die Gliedmaßen zeigen in Form und Länge sehr verschiedene Bildung, je nachdem sie zum Greifen, Laufen, Springen, Graben oder Schwimmen dienen sollen und häufig sind die Vorderglieder sehr abweichend von den Hintergliedern gestaltet. Der Fuß wird Hand genannt, wenn eine der Zehen als Daumen den andern gegenübersteht; andernfalls heißt er Pfote. Das Endglied der Zehen ist entweder von einem mehr oder weniger platt aufliegenden Nagel bedeckt, oder von der gekrümmten und spitzen Kralle umgeben, oder schuhartig in den stumpfen Huf eingeschlossen.

Nach ihrer Lebensweise sind die Säugethiere vorzugsweise Landbewohner.

Ein Theil ernährt sich ausschließlich von Pflanzen und bringt sehende und behaarte Jungen hervor, die jedoch lange mit Milch ernährt werden. Andere fressen nur Fleisch und erzeugen nackte und blinde Jungen, die aber nur kurze Zeit Milch saufen. Ein dritter Theil nährt sich sowohl von Pflanzen als von Thierstoffen.

Eintheilung der Säugethiere.

A. Mit ausgebildeten Vorder- und Hintergliedern:			B. Mit unvollkommenen Vorder- und Hintergliedern:	
a. mit Nägeln oder Krallen an beweglichen Zehen		b. mit Hufen an unbeweglichen Zehen		
mit Vorder-, Eck- und Backenzähnen.	mit nicht allen Zahnarten.	mit sehr entwickelten Backenzähnen.	Gebiß raubthierartig.	Meist spitze einzelne Zähne oder Barten.
1. Zweihänder, Bimana.	6. Nagethiere, Glires.	8. Vielhufer od. Dickhäuter, Multungula s. Pachydermata.	11. Flossenfüßer, Pinnipeda.	12. Wale, Cetacea.
2. Vierhänder, Quadrumana.	7. Zahnlose, Edentata.	9. Einhufer, Solidungula.		
3. Flatterthiere, Chiroptera.		10. Zweihufer od. Wiederkäuer, Bisulca s. Ruminantia.		
4. Raubthiere, Carnivora.				
5. Beutelthiere, Marsupialia.				

Erste Ordnung: Zweihänder; Bimana.

§. 102. Die einzige Gattung dieser Ordnung bildet der Mensch (**Homo sapiens**), dessen Körperbau seither der Gegenstand unserer Betrachtung gewesen ist und hinsichtlich dessen er allerdings mit den Thieren verglichen und diesen angereiht werden kann, während seine Vernunft und seine Sprache ihn weit über die ganze Thierwelt und als Beherrscher ihr gegenüberstellen. Als äußere Merkmale, wodurch der Mensch sich von den ihm am ähnlichsten Thieren besonders unterscheidet, sind anzuführen, daß er nur an den Vordergliedern Hände hat, daß seine gleich langen Zähne ohne Lücke aneinanderschließen, ferner sein aufrechter Gang, die mangelnde Behaarung und die ganz platten Nägel seiner Finger.

So auffallende Verschiedenheiten nun auch Menschen verschiedener Himmelsstriche sonst darbieten, so hält man doch alle für die durch langjährige klimatische Einflüsse entstandenen Abänderungen einer und derselben Gattung, welche in fünf Hauptrassen zerfällt, nämlich:

1. Die kaukasische Rasse, von weißer Hautfarbe, mit weichem, braunem bis schwarzem Haare, schmalem, ovalem Gesicht und gewölbter Stirne. Es ist dies nach unseren Begriffen die schönste Rasse, welcher alle Europäer, die west-

lichen Asiaten, die nördlichen Afrikaner und die Bewohner der nördlichen Polarzone angehören. — 2. Die mongolische Rasse, ausgezeichnet durch gelb bis gelbbraune Hautfarbe, schwarzes, dünnes und straffes Haar, flaches breites Gesicht mit hervorstehenden Backenknochen. Die Nase ist klein und stumpf und die kleinen Augen haben enggeschlitzte Augenlider. An diesen Merkmalen erkennen wir die Bewohner von Mittelasien, die Kalmucken, Kirgisen, Mongolen, Chinesen u. a. m. — 3. Die äthiopische Rasse mit mehr oder weniger schwarzer Haut, wollig krausem, schwarzem Haare, schmalem Kopfe und hervortretendem Kiefer, während Stirne und Kinn zurückweichen. Dieses, sowie die stumpfe Nase und die wulstigen Lippen charakterisiren die übrigen Afrikaner. — 4. Die amerikanische Rasse hat eine thon- oder kupferrothe Farbe, niedrige Stirn, vorstehende Backenknochen, schlichtes schwarzes Haar und bildet die Urbewohner Amerikas. — 5. Zur malayischen Rasse mit entschieden brauner Hautfarbe und schwarzem, lockigem Haar, breiter Nase und etwas vorstehender Stirn gehören die Südseeinsulaner und die eigentlichen Malayen.

Zweite Ordnung: Vierhänder; Quadrumana.

§. 103. Unter allen Thieren sind die Vierhänder oder Affen diejenigen, deren äußerer und innerer Körperbau dem des menschlichen am meisten sich nähert. Sie haben alle drei Arten von Zähnen und nach vorn gerichtete Augen, allein besonders ausgezeichnet sind sie durch ihre vier händeartigen Füße, mit einem den übrigen Fingern gegenüberstehenden Daumen, der sie fähig macht, mit allen Füßen zu greifen. Sie sind dagegen kaum im Stande, aufrecht zu gehen, weil ihre Hinterfüße der dazu erforderlichen Sohle entbehren. Die Affen gehören nur den heißen Ländern an, wo sie meist gesellig in Wäldern, fast immer auf Bäumen leben, auf welchen sie mit großer Behendigkeit und Gewandtheit herumklettern und springen. Vielen leistet dabei der lange Schwanz, mit dessen Ende sie Aeste umwickeln und sich festhalten können, wesentliche Dienste. Ihre Nahrung ist vorzugsweise das Obst, doch fressen sie, namentlich in Gefangenschaft, allerlei Nahrungsmittel, besonders Eier, Backwerk und dergleichen. Auch stellen manche den Insecten nach. Obgleich ihre Körperbildung und große Muskelstärke sie zu vielen künstlichen Geschäften geschickt macht, so sind sie doch ohne Nutzen für die Menschen, von dem sie überhaupt sowohl ihrer äußeren Erscheinung als ihrem Charakter nach ein Zerrbild vorstellen. Denn sie sind boshaft, falsch, tückisch, diebisch und bei aller Gelehrigkeit dennoch unbändig, namentlich im späteren Alter. Auch dem zahmsten Affen ist kaum vollständig zu trauen. Dagegen sind sie eben durch ihre fratzenhafte Menschenähnlichkeit, besonders in Wesen und Geberden häufig possirlich, und werden daher vielfach zur Unterhaltung herumgeführt und vorgezeigt.

Es giebt eine außerordentlich große Anzahl von Affenarten, so daß selbst größere Werke ihre Beschreibung kaum zu erschöpfen vermögen. Dabei ist die Kenntniß vieler höchst unvollständig, denn oft hatte man nur ein einzelnes

Thier zur Beschreibung vor Augen, und andere, die häufiger vorkommen, werden bei ihrer Aehnlichkeit leicht verwechselt.

Man unterscheidet eigentliche Affen, welche die größere Menschenähnlichkeit besitzen und Halbaffen. Unter den ersteren kommt eine Abtheilung, die durch eine schmale Nasenscheidewand sich auszeichnet, nur in der alten Welt vor, und wir bemerken von diesen die größten aller Affen, den Orang-Utang (Simia satyrus), der auf Borneo und Sumatra lebt, und den Schimpanse (S. troglodytes), beide ungeschwänzt, mit menschenähnlichem Gesicht und 6 bis 7 Fuß hoch werdend, haben vielfach zur Sage von Wald- und Halbmenschen Anlaß gegeben. Ja die Javanesen behaupten, daß diese Affen reden könnten, aber sich wohl hüteten es zu zeigen, damit sie nicht von den Menschen zur Arbeit angehalten würden. Hierher gehören ferner die langarmigen Gibbone (Hylobates lar), sodann die geschwänzten Affen, worunter der Kleideraffe (Semnopithecus nemaeus) durch sonderbare Färbung und Zeichnung sich bemerklich macht, die bei Thierführern häufigen grünen Affen (Cercopithecus sabaeus) und Meerkatzen (Makako, Inuus cynomolgus) und der gemeine Affe (I. sylvanus), der einzige, der in Europa auf Gibraltar im Freien sich erhält, jedoch angesiedelt und unter besonderem Schutz. Sehr kenntlich durch ihren hundeartigen Kopf sind die Paviane (Cynocephalus), welche zu den gewöhnlichsten Erscheinungen in den Thierbuden gehören, worunter wir den arabischen Pavian (C. Hamadryas) und den durch blaue Backen und eine rothe Nase ausgezeichneten Mandrill (C. Maimon) bemerken.

Die Affen der neuen Welt haben eine breitere Nasenscheidewand und daher seitlich stehende Nasenlöcher. Darunter sind mehrere, die des Endes ihres Schweifes gleich einer Hand sich bedienen können, wie der schwarze Brüllaffe (Mycetes Beelzebub), der Klammeraffe oder Koaita (Ateles), die in Thierbuden öfter anzutreffenden Capucineraffen (Cebus capucinus) und die Sajous (C. appella). Anzuführen sind ferner der Winselaffe oder Eichhornaffe (Callithrix sciurea), der durch große Augen ausgezeichnete Nachtaffe, der fast die Lebensweise eines nächtlichen Raubthiers führt, und der Seidenaffe oder Uistiti (Hapale Jacchus).

Die Halbaffen kommen nur in der alten Welt vor, wo sie gesellig, von Früchten und Insecten leben und meistens eine nächtliche Lebensweise führen, die durch große Augen begünstigt wird. Darunter sind der Mokoko (Lemur catta), der Indri (Lichanotus), der Lori (Stenops) und der Ohraffe.

Dritte Ordnung: Flatterthiere; Chiroptera.

§. 104. Diese in mancher Hinsicht den Mäusen sehr ähnlichen Thiere zeichnen sich durch eine feine Flughaut aus, welche zwischen den langen Zehen ihrer Vorderglieder und den Hintergliedern ausgespannt ist. Sie sitzen des Tages verborgen in Winkeln und fliegen in der Dämmerung sehr hurtig umher, wobei sie nach Fliegen jagen. Einige, die in den heißen Ländern vorkommen, saugen auch das

Blut der warmblütigen Thiere, und nur wenige fressen Früchte. Bemerkenswerth sind: die **Blattnasen** (Phyllostoma), welche nur in Südamerika vorkommen, und sowohl Thieren als Menschen während der Nacht Blut aussaugen. Sie haben die Sage vom **Vampyr** veranlaßt. Am gewöhnlichsten sind die **gemeine Blattnase** (Ph. spectrum) und die **Speernase** (Ph. hastatum); sonderbar geformte Nasen und Ohren haben; die **Leyernase**; die **Hufeisennase**; die **Deckelnase** und unsere gemeine Fledermaus (Vespertilio murinus); die rothe **Speckmaus** (V. noctula); endlich die in Ostindien, Afrika und in Australien vorkommenden pflanzenfressenden Fledermäuse, die wegen ihres hundeartigen Kopfes auch **fliegende Hunde** genannt werden. Man hielt sie früher für sehr gefährlich und nannte sie **Vampyre**. Die größte Art derselben (Pteropus edulus) ist wie ein Kaninchen, und ihr Fleisch wird gegessen.

Vierte Ordnung: Raubthiere; Carnivora.

§. 105. Wir finden hier eine große Gruppe von Thieren zusammengestellt, welchen die Natur als Nahrungsmittel die übrige lebende Thierwelt angewiesen hat, mit der wir sie daher in immerwährenden Kampfe begriffen sehen. Zu diesem Ende sind die Raubthiere mit Krallen und allen drei Arten von Zähnen furchtbar bewaffnet, so daß eine große Anzahl derselben selbst dem Menschen gefährlich wird. Diese Ordnung zerfällt in drei Abtheilungen, die sich durch Nahrungsweise und darnach eingerichteten Backenzähnen unterscheiden lassen in Insectenfresser mit spitzigen Höckerzähnen, in eigentliche Fleischfresser mit schneidenden Backenzähnen und in solche, die neben Fleisch auch Pflanzenstoffe genießen und viele stumpfe Zahnhöcker haben.

Die **Insectenfresser** treten mit einer flachen und nackten Sohle auf und gleichen an Größe und Lebensweise meist den Ratten und Mäusen. Darunter bemerken wir den **Igel** (Erinaceus), ausgezeichnet durch sein stacheliges Fell, in das er sich kugelig zusammenrollt und der auf seinen nächtlichen Wanderungen viele der kleinen schädlichen Thiere vertilgt; die gemeine **Spitzmaus** (Sorex araneus) und die **Zwergspitzmaus** (S. pygmaeus), welche letztere das kleinste aller Säugethiere ist. Beide wohnen in Erdlöchern und werden wegen eines schwach moschusartigen Geruches von den Katzen nicht gefressen. Der gemeine **Maulwurf** (Talpa europaea), dessen breite, handförmige und mit starken Nägeln versehenen Pfoten ihn zu einem geschickten Gräber machen, der den Boden durchwühlt, um eine Menge von Würmern und Larven zu vertilgen. Er wird besonders auf Wiesen lästig durch die von ihm aufgeworfenen Hügel, die jedoch wenig schaden, wenn sie sogleich ausgebreitet werden. Die Augen des Maulwurfs sind so klein und versteckt, daß man sie ihm früher gänzlich abgesprochen hat. Wirklich zugewachsen sind sie bei dem capischen **blinden Maulwurf** (T. caeca). Anzuführen sind ferner der **Goldmaulwurf** (T. inaurata), mit metallglänzenden Haarspitzen, und der **Sternmaulwurf** (Condylura) dessen spitzer Rüssel sich sternförmig in eine Art von kurzen Fühlfäden theilt.

Bei den größeren Fleischfressern erhalten die außerordentlich entwickelten und verschieden gestalteten Zähne entsprechende Benennungen. Sie haben 6 schneidende Vorderzähne in beiden Kiefern, dann hinter den Eckzähnen einige Lückenzähne, sodann den großen Reißzahn mit mehreren Spitzen und endlich mehrere Mahlzähne. Sie bilden die folgenden durch Bau und Lebensweise unterschiedenen Familien:

Die bärenartigen Raubthiere zeichnen sich besonders durch nackte Sohlen und das Vorherrschen der Höckerzähne aus. Sie sind kurzbeinig, langsam, und die größeren, welche mehr im Norden leben, sind vorzugsweise fleischfressend, während die kleineren im heißen Klima vorkommenden neben Pflanzenstoffen auch kleinere Thiere und Eier fressen. Keins der hierher gehörigen Thiere wird besonders nützlich. Bemerkenswerth sind: von den eigentlichen Bären (Ursus) der weiße Eisbär (U. maritimus), den Polarländern angehörig, nur von Thieren, besonders Robben und Fischen lebend; der braune Bär (U. arctos) ist der gemeinste, durch Bährenführer früher häufig herumgeführte, welcher sich aufrichten und auf den Hinterbeinen gehen kann. Vor dem Winter wird er fett und bringt diese Zeit in Höhlen schlafend zu; der schwarze Bär (U americanus); der Waschbär (U. lotor) hat die merkwürdige Gewohnheit, jede Speise in Wasser einzutauchen; kleinere bärenartige Thiere sind: der Nasenbär oder Cuati (Nasua); der ostindische Ohrenbär (Arctictis) u. a. m.

Die langgestreckten Raubthiere bilden eine durch kurze Beine und einen schlanken Körper ausgezeichnete Familie, deren Glieder obgleich nicht von beträchtlicher Größe, doch meist sehr blutgierig sind. Wir finden hier den in Höhlen wohnenden Dachs (Meles), der auf nächtlichen Raubzügen kleinen Thieren und dem Obste nachstellt; den Vielfraß (Gulo), den nördlichen Ländern angehörig und irriger Weise als sehr gefräßig geschildert: die Stinkthiere (Mephitis), deren mehrere Arten in Westindien und Java leben und einen unerträglichen Gestank verbreiten. Von den folgenden wird das Pelzwerk und zwar zum Theil sehr hoch geschätzt: der Iltis (Mustela putorius), das zur Kaninchenjagd benutzte Frettchen (M. furo), das Hermelin (M. erminea), das gemeine Wiesel (M. vulgaris), der gemeine Marder (M. martes), der Steinmarder, der Zobel (M. zibellina) und endlich die fast ganz im Wasser und von Fischen lebenden Fischottern (Lutra), deren Füße mit Schwimmhäuten versehen sind.

Aus der Familie der Viverren verdienen Erwähnung die ägyptische Pharaonsratte (Herpestes Ichneumon) als nützlicher Vertilger von schädlichen Amphibien und das Zibetthier (Viverra Zibetha) wegen Absonderung des starkriechenden Zibeths.

Eine weitere Familie bilden die Hunde (Canina), worunter der durch seine Schlauheit berüchtigte Fuchs (Canis vulpes); der Eisfuchs (C. lagopus); der Schakal (C. aureus); der gefräßige, aus dem nördlichen Europa zuweilen als Gast bei uns erscheinende Wolf (C. lupus); der gemeine Hund (C. familiaris), von dem es bekanntlich eine außerordentlich große Anzahl von Abar-

ten giebt, die theils als Zugthiere, Wächter, Jäger, theils als Gesellschafter beständig um den Menschen sind, und von deren ungemeiner Abrichtungsfähigkeit die schönste Anwendung zur Errettung der im Schnee Verunglückten auf dem Sanct Bernhard gemacht worden ist. (S. das Titelblatt.)

Endlich begegnen wir in der Familie der Katzen (Felina) den blutgierigsten und gefährlichsten Raubthieren, da sie durch Kraft und Behendigkeit gleich furchtbar sind. Sie gehören fast gänzlich den heißen Ländern an. Den Uebergang von den Hunden zu den Katzen bildet die Hyäne (Hyaena), welche dem Aase nachgeht und selbst Leichen ausgräbt. König des Thierreichs ist bekanntlich der nur der alten Welt, besonders den Wüsten Afrikas angehörige Löwe (Felis leo), allein noch mehr zu fürchten ist der nur in Asien einheimische gestreifte Tiger (F. tigris). Durch schön gefleckte Felle zeichnen sich aus der Panther (F. pardus), der Leopard (F. leopardus), der Ozelot (F. pardalis) und der Jaguar oder amerikanische Tiger (F. onca), das gefährlichste Raubthier der neuen Welt. Unbedeutend erscheint der amerikanische oder rothe Löwe (F. concolor). Der Abkömmling unserer wilden Katze (F. catus) ist überall eingebürgert. Durch lange Haarbüschel an den Ohren zeichnet sich der in Europa immer seltener werdende Luchs (F. Lynx) aus.

Fünfte Ordnung: Beutelthiere; Marsupialia.

§. 106. Die Thiere dieser Ordnung gehören nur dem heißen Amerika, den Sundainseln und Neuholland an und erreichen meist die Größe von Ratten und Hasen. Ihren Namen erhalten sie daher, daß am unteren Theile des Bauches ihre eingefaltete Haut eine Art von Sack bildet, in welchem sie die Jungen mehrere Wochen lang herumtragen. Die letzteren kommen sehr unentwickelt zur Welt. Bei manchen der hier aufzuzählenden Thiere ist keine solche Tasche vorhanden, allein der Bau ihres Skelets, namentlich die Bildung des Beckens, deutet auf ihre Verwandtschaft mit den Beutelthieren. Ein Theil dieser Thiere ernährt sich von Pflanzenstoffen, ein anderer gleicht in der Lebensweise unseren Mardern und Wieseln. Zu ersteren gehören der Beutelbär oder Koala (Lipurus), der sein Junges lange auf dem Rücken trägt; das Känguruh (Halmaturus), von der Größe eines Rehes, mit ungemein langen und kräftigen Hinterfüßen, das größte Thier Neuhollands; der Kuskus (Balantia) und der Wombat (Phascolamys).

Von den fleischfressenden Beutelthieren sind anzuführen: der Beutelmarder (Dasyurus); die nur in Amerika vorkommenden und dem Federvieh sehr gefährlichen Beutelratten (Didelphis), worunter die gemeine Beutelratte, auch Opossum genannt (D. marsupialis), von der Größe einer Katze ihre Jungen an 50 Tage in ihrem Sacke und dann noch einige Zeit auf dem Rücken trägt, was Letzteres namentlich auch die Beutelmaus (D. dorsigera) thut, welche daher den Beinamen surinamischer Aeneas erhalten hat.

Sechste Ordnung: Nagethiere; Glires.

§. 107. Auch hier lassen sich die Thiere in mehrere größere Familien zusammenstellen, wie die eichhornähnlichen Nagethiere (Sciurina), meist zierliche und muntere Thierchen, welche vorzugsweise auf Bäumen und in Baumlöchern leben; nur wenige wohnen in Erdhöhlen. Ihre Nahrung besteht besonders in Kernen; und Früchten. Solche sind: die Kletter-Ratte (Isodon); das den Alpengegenden angehörige Murmelthier (Arctomys); der Siebenschläfer (Sciurus glis); das Eichhorn (Sc. vulgaris); das fliegende Eichhorn (Sc. volitans); die Haselmaus (Mus quercinus).

Die eigentlichen Mäuse (Murina) sind sämmtlich klein, leben in Gängen, die sie in die Erde graben und gehen des Nachts ihrer Nahrung nach, die vorzugsweise in Körnern und Wurzeln, jedoch auch aus Thierstoffen besteht. Sie werfen viele Junge die blind sind. Zu bemerken sind: der Lemming (Mus norwegicus); die Taschenratte (M. bursarius); die Hausmaus (M. musculus); die Feldmaus (M. sylvaticus); die Hausratte (M. rattus); die Wanderratte (M. decumanus); die Wasserratte (M. amphibius) und der Hamster (M. cricetus), welcher große Körnervorräthe sammelt.

In den Familien der Springer (Macropoda) und Hasen (Leporina) finden wir viele Thiere mit auffallend langen Hinterfüßen, wodurch sie im Stande sind, außerordentlich große Sprünge zu machen und schnell zu entfliehen. Mehrere sind nützlich durch ihr wohlschmeckendes Fleisch und ihre feinen, zu Filz verwendbaren Haare. Die meisten leben in heißen Ländern, und ihre Nahrung sind vorzüglich Kräuter. Wir bemerken: die Springmaus (Dipus); der Springhase (Mus caffer); der feinhaarige Wollhase (Chinchilla lanigera), der ein kostbares feines Pelzwerk liefert; das Kaninchen (Lepus caniculus); der gemeine Hase (L. timidus).

Andere Nagethiere zeichnen sich durch die Schwimmhäute an ihren Hinterfüßen aus, und am wichtigsten ist von diesen der Biber (Castor fiber), der am Wasser wohnend sorgfältig gebaute unterirdische Wohnungen anlegt, welche die Gestalt eines Backofens und einen Ausgang unter Wasser haben. In Deutschland ist der Biber so gut wie vertilgt, dagegen noch häufig vorkommend im nördlichen Amerika und Asien. Verfolgt wird er wegen seines außerordentlich feinen, den besten Hutfilz liefernden Haares und wegen des in einer Drüse abgesonderten Bibergeils (Castoreum), daß ein höchst wirksames Arzneimittel ist.

Zu den mit Stacheln versehenen Nagethieren (Aculeata) gehört das Stachelschwein (Hystrix cristata), selten im südlichen Europa, häufiger in Afrika, Höhlen bewohnend.

Endlich giebt es noch eine Familie von Nagethieren, die nur in Südamerika vorkommen und Halbhufer (Subungulata) heißen, weil ihre Nägel stumpf, fast hufartig sind. Zu diesen friedlichen Thieren mit wohlschmeckendem Fleisch

rechnen wir das Aguti (Dasyprocta); das Paca (Coelogenys); die Ferkelmaus (Cavia), dem bekannten Meerschweinchen sehr ähnlich, welch letzteres, dieser Familie angehörig, sonderbarer Weise schon seit Jahrhunderten in Europa eingeführt, nicht mehr wild anzutreffen ist. An Größe und Gestalt dem Schweine ähnlich ist das Capybara oder Wasserschwein (Hydrochoerus).

Siebente Ordnung: Zahnlose; Edentata.

§. 108. Leicht sind diese Thiere erkennbar an ihrem engen, der Vorderzähne und theilweise auch der übrigen Zähne gänzlich entbehrenden Maul. An ihren verwachsenen Zehen befinden sich große Klauen. Mehrere schlürfen kleine Insecten mittels ihrer klebrigen Zunge ein. Es sind meist sehr langsame und stumpfsinnige Thiere, die nur in den heißen Ländern einsam und ziemlich selten anzutreffen sind. Wir erwähnen besonders: das Schnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus), ein nur in Neuholland vorkommendes Thier, mit schnabelförmigem Maul; der Ameisen-Igel; der große Ameisenbär (Myrmecophaga); das Schuppenthier (Manis); die Gürtelmaus; die Gürtelthiere oder Armadille (Dasypus), welche sämmtlich durch ihre schuppige Bedeckung an die Lurche erinnern; die Faulthiere (Bradypus), von welchen das kleinere nach seinem Geschrei und Ai, das größere Unau genannt wird.

Achte Ordnung: Dickhäuter oder Vielhufer; Pachydermata s. Multungula.

§. 109. Die dicke Haut dieser Thiere ist meist nur dünn behaart und ihre unbeweglichen Zehen, deren 2 bis 5 vorhanden sind, stecken einzeln in Hufen. Die Nahrung besteht vorzugsweise aus Pflanzenstoffen. Wir finden hier die größten Landthiere, welche nur der alten Welt angehören. Vor allen ausgezeichnet ist der Elephant (Elephas), der mit großer Leibesmasse und Stärke einen bewundernswerthen Grad von Einsicht und Gelehrigkeit vereinigt und dessen im Uebrigen unbehülflicher Bau in seinem Rüssel ein geschicktes Werkzeug zu einer Menge von Verrichtungen erhält, deren nicht leicht ein anderes Thier fähig ist. In Fig. 18 haben wir einen der zusammengesetzten Backenzähne des Elephanten abgebildet. Wichtiger als diese sind die 3 bis 4 Fuß lang und 20 bis 30 Pfund schwer werdenden Stoßzähne des Elephanten, die als Elfenbein ein werthvolles Material sind. Man unterscheidet den asiatischen Elephanten, der größer, gelehriger ist und kürzere Ohren hat als der afrikanische, welcher überdies durch eine gewölbte Stirn sich auszeichnet. Die gesellig in feuchten Wäldern Asiens und Afrikas lebenden Elephanten sind ungereizt durchaus friedliche und niemals angreifende Thiere. Das plumpeste Landthier ist unstreitig das Flußpferd (Hippopotamus), nur in den Gewässern und im Schlamm des heißen Afrikas heimisch und mit seinen kurzen Beinen nichts weniger als dem schlanken Pferde vergleichbar.

Aus der Familie der Borstenträger (Setigera) ist unser wohlbekanntes und geschätztes Schwein (Sus scrofa) eines der nützlichsten Hausthiere, welches auch aus der alten Welt nach Amerika übergesiedelt worden ist. Mit langen gekrümmten Eckzähnen finden wir auf Java den Hirscheber (S. Babirussa). Das Fleisch des amerikanischen Nabelschweins oder Pekari's (Dicotyles) erhält durch eine Drüsenabsonderung einen widerwärtigen Geruch.

In der folgenden Familie mit unpaaren Zehen finden wir den Tapir (Tapirus) mit kurzem Rüssel und das gewaltige Nashorn (Rhinoceros), mit dicker, der Büchsenkugel widerstehender Haut, wovon Arten mit einem Horn und mit zwei hinter einander stehenden Hörnern vorkommen.

Neunte Ordnung: Einhufer; Solidungula.

§. 110. Die ganze Ordnung wird von einer einzigen Familie gebildet, an deren Spitze das herrliche Pferd (Equus caballus) steht, ein durch Anmuth, Schnelligkeit und Gelehrigkeit ausgezeichnetes und dem Menschen höchst wichtiges Thier. Es ist über die ganze Erde verbreitet, findet sich nirgends mehr wild, jedoch öfter verwildert, wie namentlich in Amerika, wohin es erst nach dessen Entdeckung gekommen ist. Die Kultur hat viele Abarten desselben erzeugt. Aus der Paarung desselben mit dem Esel entstehen die Maulthiere und die Maulesel.

Das Pferd hat 6 Vorder-, 6 Backen- und 1 Eckzahn,

$$\begin{matrix} \text{B.} & \text{E.} & \text{V.} & \text{E.} & \text{B.} \\ \end{matrix}$$
$$\left(\frac{6}{6}\ \frac{1}{1}\ \frac{6}{6}\ \frac{1}{1}\ \frac{6}{6}\right),$$

welch letztere nicht selten fehlen. Die Schneidezähne haben an der Schneide eine schwarzbraune Vertiefung, die mit zunehmendem Alter durch Abnutzung sich verliert und daher zur Beurtheilung des Alters der Pferde dient.

Bemerkenswerth sind ferner: das afrikanische gestreifte Pferd oder Zebra (Equus zebra); das Quagga (Equus quagga); der wilde Esel oder Onager (Equus asinus), der noch in den Steppen der Tartarei häufig vorkommt und von dem der zahme Esel ein verkümmerter Abkömmling ist.

Zehnte Ordnung: Zweihufer oder Wiederkäuer; Bisulca s. Ruminantia.

§. 111. Diese Ordnung enthält unstreitig die nützlichsten aller Säugethiere, denn sie versehen uns mit Leder, Wolle, Horn, Fleisch, Milch, Butter, Käse und mit einem festen Fette, das Talg genannt wird. Außerdem sind sie die besten Zug- und Lastthiere, zwar langsam, aber ausdauernd. Fast alle sind Hausthiere geworden und durch die Kultur in vielen Abarten vorhanden. Sie sind ausgezeichnet durch ihren gespaltenen Huf, die fehlenden Schneidezähne im Oberkiefer und dadurch, daß sie, mit wenig Ausnahmen, zwei Hörner haben.

Sie fressen nur Pflanzen, und zur gehörigen Verdauung derselben hat ihr Magen vier Abtheilungen. Die erste und größte heißt Pansen, wohin das kaum gekauete Futter zuerst gelangt; von da geht es in eine kleinere Abtheilung, die Haube genannt, wird hier in Ballen geformt, die alsdann wieder in das Maul heraufgetrieben und nochmal durchkauet werden. Nachher gelangen die Speisen in den Blättermagen und endlich in den Labmagen, wo sie mit dem Magensafte, der Lab genannt wird, vermischt und verdaut werden.

Die Wiederkäuer bilden mehrere große Familien und wir bemerken von diesen zunächst die Kameele, die keine Hörner haben und mit Schwielen an Brust und Knien versehen sind. Von diesen unterscheiden wir das gemeine einhöckerige Kameel oder Dromedar (Camelus dromedarius), vorzüglich in Arabien und Afrika gebräuchlich, und das Trampelthier (C. bactrianus) mit zwei Höckern, das mehr im nördlichen Asien gehalten wird. Durch große Genügsamkeit in Speise und Trank, Stärke, Schnelligkeit, Ausdauer und Geduld ist das Kameel das wichtigste Lastthier der Wüsten und Steppenländer und mit Recht das Schiff der Wüste genannt, das überdies durch Milch und Fleisch nützlich wird.

Kleiner und der Höcker entbehrend sind die amerikanischen Kameele, nämlich das peruanische Schaf oder Guanaco (Camelus lama) und die Vicunna, welche beide eine unter dem Namen Kameelhaar bekannte Wolle liefern; das kleine Lama oder Paco.

Für sich allein stehend als eine Merkwürdigkeit des Thierreichs ist die bis zum Scheitel 18 Fuß hoch werdende Giraffe (Camelopardalis), die braungefleckte, flüchtige Bewohnerin der afrikanischen Wüste, deren Haupt mit vier Stirnzapfen gekrönt ist. Durch ein dichtes, knöchernes, jährlich sich erneuerndes Geweih zeichnet sich die Familie der hirschartigen Wiederkäuer (Cervina) aus, worunter das im nördlichen Asien, besonders Tibet, einheimische Bisamthier (Moschus moschiferus), von dem der kostbare Moschus gewonnen wird; die Hirsche (Cervus), worunter das Reh (C. capreolus); der Edelhirsch (C. elaphus); der Damhirsch (C. dama); das für die Bewohner der nördlichen Regionen überaus wichtige Rennthier (C. tarandus) und das Elenn (C. alces).

Eine große Familie bilden die hohlhornigen Wiederkäuer (Cavicornia), deren bleibende hohle Hörner scheidenartig einen Hirnzapfen umgeben. Als wichtige Gattungen bezeichnen wir die Schafe (Ovis), worunter das wilde, sardinische Schaf; das Hausschaf (O. Aries); das fettschwänzige Schaf (O. steatopyga); die Ziegen (Capra), worunter der Steinbock (C. ibex); die wilde Ziege (C. aegagrus); die zahme Ziege (C. hircus); die Angora- und Kaschemirziege, aus deren feinwolligen Haaren die kostbaren Shals gewebt werden; die schlanken und flinken Antilopen, deren zahlreiche Arten die Wüsten und Wüstenländer von Arabien, Südafrika und Indien in Heerden bewohnen, worunter die Zwerggemse (Antilope pygmaea); die Gazelle (A. dorcas); die arabische Antilope; die Damgemse (A. dama); und die

indische mit schraubenförmig gewundenen Hörnern (A. cervicapra); die gemeine Gemse (A. rupicapra) und die rinderartige Gemse oder das Gnu. Eine bedeutende Gattung bilden ferner die in allen Welttheilen durch Arten vertretenen und seit den ältesten Zeiten als Haus- und Zugthiere benutzten Rinder (Bos), worunter der Bisamochse (B. moschatus); der afrikanische Büffel (B. caffer); der gemeine Büffel (B. bubalus); der gemeine Ochse (B. taurus); der amerikanische Büffel (B. americanus), auch Bison und Buffalo genannt, und der Urochs (B. urus), nur noch in Litthauen vorkommend.

Elfte Ordnung: Flossenfüßer; Finnipeda.

§. 112. Mit dieser Ordnung nähern wir uns einer Reihe von Thieren, die gleichsam die Säugethiere mit den weit unter denselben stehenden Fischen zu verbinden scheint. Aus dem nach hinten verschmälerten, mit kurzem, platt anliegendem Haare bedeckten Körper ragen die Gliedmaßen nur bis zu den Fuß- und Handgelenken hervor und sind kaum zum Kriechen, dagegen vortrefflich zum Schwimmen geschickt. Sie sind nur Meeresbewohner, die jedoch zu Zeiten das Ufer besteigen und von Fischen und Schalthieren leben. Die Felle, der Thran und die Stoßzähne mehrerer Arten sind Handelsartikel.

Anzuführen ist die Gattung der Robben (Phoca), worunter der gemeine Seehund oder das Seekalb (Ph. vitulina) in der Nord- und Ostsee häufig, der Seemönch (Ph. monachus), die Mützenrobbe (Ph. cristata), der Seelöwe (Otaria jubata). Eine Länge von 18 bis 20 Fuß und ein Gewicht von 1500 bis 2000 Pfund erreichen die mit furchtbaren Hauern ausgerüsteten Wallrosse (Trichechus rosmarus), muschelfressende Bewohner der nördlichen Eismeere, die gelegentlich unter sich und mit ihren Angreifern heftig kämpfen.

Zwölfte Ordnung: Walthiere; Cetacea.

§. 113 Eine auffallende Erscheinung bieten diese Thiere durch den zum Theil erstaunlichen Umfang ihres Leibes, denn es gehören hierher die größten aller Thiere. Sie sind ferner durch ihren Mangel an Hinterfüßen ausgezeichnet, und ihre flossenartigen Vorderglieder, so daß sie ganz fischähnlich erscheinen und auch allein im Meere leben. Von Haaren ist kaum an der Oberlippe eine Spur sichtbar. Nützlich erscheinen sie durch den Thran, das Fischbein, das Wallrath und den Amber, welche man von ihnen gewinnt. Sie athmen durch Naslöcher, die oben am Kopfe sich befinden, und aus welchen sie Wasser in Strahlen und als Dampf ausspritzen. Ihr Aufenthalt sind vorzugsweise die kalten Meere, bis Grönland hinauf. Anzuführen sind: der gemeine oder grönländische Wal (Balaena) wird 60 bis 70 Schuh lang und 1000 Centner schwer. Statt der Zähne hat er sogenannte Barten, die unter dem Namen von Fischbein bekannt sind; der Pottwal (Physeter) oder Cachelot wird bis 100 Schuh lang, liefert das Wallrath und den Amber; der Schwertwal

Delphine (Delphinus), Thiere
Meeren vorkommen, sehr schnell
Alle früher genannten Glieder di
Säugethieren und Fischen; die folgend
von Pflanzen, besonders
(Manatus borealis) und die a
im indischen Archipel auf
[illegible]

Vögel. Aves.

der Vögel bedecken, sind das bezeich
bemerken wir an denselben 4 Glied
Füße sind, eine meistens harte
2 Nasenlöcher und ein nach au
langer, aus 9 bis 23 Wirbeln
des Kopfes, dessen größeres
dieser Vögel erklärt. Besonders ent
Lunge, in welche eine
so daß dieselbe eine Menge von
erleichtert und die Vögel zur
haben die Gabe des Gesangs.
Knochen das Fliegen. Ihr
übertrifft hierin also das der Sä

Eier, die mit kalkiger Schale überz
meist sehr künstliches
bebrütet, d. h. einer Wärme
ausgesetzt werden. Die Jung
und mit Aufopferung beschü
Pflanzen- und Thierstoffen;
das Land, doch wechseln manche
sind die Vögel entweder Stand
(Drossel) oder Wandervög

besonders die Füße und der Schnab
Schwimmfüße oder Lappenfüße;
oder Kletterfüße. Kein Fuß ha
Oberschenkel, sowie da
und statt der Mittelfußknochen
der Lauf genannt wird. Der
oder kurz und dick, kegelför
zusammengedrückt, gerade, gebogen

er nur an der Spitze gebogen. Am Grunde ist der Schnabel bei manchen ögeln mit einer gelben Haut, der sogenannten **Wachshaut**, umgeben.

Abgesehen davon, daß viele Vögel durch das Zierliche ihrer Gestalt, durch e Farbenpracht ihres Gefieders, die Anmuth ihrer Bewegungen und namenth durch ihren heitern Gesang uns Unterhaltung und Vergnügen gewähren, erden uns dieselben durch ihr Fleisch, ihre Eier und Federn von beträchtliem Nutzen. Sie richten dagegen verhältnißmäßig nur geringen Schaden an. elten sind die Fälle, wo die großen Raubvögel dem Menschen gefährlich erden und giftig ist kein Vogel.

Nach Bau und Lebensweise bilden alle Vögel zwei große Hauptgruppen. ie ersten kommen blind und nackt aus dem Ei, müssen lange im Nest gefüttert werden, und ernähren sich später nur von einerlei Nahrung; ihr Gang t hüpfend, ihr Flug rasch und leicht, so daß sie fast meistens in der Luft sich ufhalten. Die zweiten kommen sehend und mit Flaum bedeckt aus dem Ei, aufen sogleich davon und suchen selbst ihre Nahrung auf, die in dem verschieensten Eßbaren besteht; ihr Gang ist schreitend, sie fliegen selten und leben neistens an der Erde oder im Wasser.

Eintheilung der Vögel. §. 115.

A. Unterschenkel bis zur Fußbeuge befiedert (Gangbeine).			B. Unterschenkel nur am oberen Theile befiedert (Wadbeine).		
1. Raubvögel; Raptatores.	2. Hocker; Insessores.	3. Hühner; Rasores.	4. Laufer; Cursores.	5. Wader; Grallatores.	6. Schwimmer; Natatores.
Starke Beine, Sitzfüße, starke, gekrümmte, spitze Krallen; Schnabel mit hakenförmiger Spitze und mit Wachshaut.	Wandel-, Schreit- oder Kletterfüße; spitzige, meist stark zusammengedrückte Krallnägel; meist ohne Wachshaut.	Sitz- oder Spaltfüße; Nägel nicht zusammengedrückt, meist stumpf; Oberschnabel meist wölbig, zuweilen mit Wachshaut.	Lauffüße; die Flügel verkümmert und zum Fliegen untauglich.	Wadbeine mit langen Läufen; Füße geheftet, halbgeheftet oder gespalten, selten Schwimm- od. Lappenfüße; taugliche Flügel.	Wadbeine mit kurzen Läufen; Schwimm- od. Ruderfüße; seltner gespaltene Schwimmfüße.

Erste Ordnung: Raubvögel; Raptatores.

§. 116. Kräftige Füße, scharfes Gesicht und ein bedeutendes Flugvermögen machen diese Vögel zur Jagd auf andere Vögel besonders geeignet, obgleich mehrere derselben auch Aas verzehren. Unverdauliche Theile, wie Wolle und Federn, brechen sie als sogenanntes **Gewölle** wieder aus. Die Weibchen sind

gewöhnlich größer als die Männchen und legen nur wenige Eier in ein kunstloses Nest auf hohen Felsen oder Bäumen.

Die nur am Tage ihrem Fange nachgehenden Tagraubvögel mit knapp anliegendem Gefieder bilden die Familien der Geier und Falken.

Von den gesellig lebenden, trägen Geiern (Vulturini), die meist einen nackten Kopf haben und gefräßige Aasfresser sind, bemerken wir den Kondur (Vultur gryphus), den größten aller fliegenden Vögel, der auf den höchsten Gebirgen Südamerikas lebt und eine Flugweite von 11 bis 13 Fuß hat; ferner den Aasvogel oder ägyptischen Geier (V. percnopterus), den grauen Geier (V. cinereus), den weißköpfigen Geier (V. leucocephalus s. fulvus). In der Mitte zwischen Adlern und Geiern steht der Lämmergeier oder Bartgeier (Gypaëtus barbatus), der in den Hochgebirgen Südeuropas horstet.

Die Falken (Accipitrini) bilden eine große, durch edle Formen und kühnes Wesen ausgezeichnete Familie. Sie leben vorzugsweise von lebendigen Thieren, worunter bei den kleineren auch Insecten gehören. Von den größeren, die Adler heißen, sind die bedeutendsten: der Gold- oder Steinadler (Falco fulvus), der Seeadler (F. albicella), der Fischadler (F. haliaëtos), beide geschickte Fischfänger. Zu den kleineren eigentlichen Falken, von denen mehrere zu der früher sehr beliebten Falkenjagd sich abrichten lassen, gehören: der Edel- oder Jagdfalke (F. islandicus), der Merlin (F. aesalon), der Thurmfalke (F. tinnunculus), der Habicht (F. palumbarius), der Sperber (F. nisus); ferner mit gabelförmigem Schwanz der Gabelweihe (F. milvus), der träge Bussart (F. buteo) und der Weihe (F. rufus). Ein eigenthümlicher, durch lange Beine den Sumpfvögeln ähnlicher Raubvogel Südafrikas ist der Secretär (Gypogeranus secretarius), wegen eines Federschopfes am Kopfe also genannt und sehr nützlich durch die Vertilgung vieler Schlangen.

Die Nachtraubvögel oder Eulen (Strigidae) haben ein locker abstehendes Gefieder, große das Tageslicht scheuende Augen, weshalb sie fast ausschließlich Nachts ihrem Raube nachgehen, der besonders in Mäusen besteht, so daß sie sehr nützliche Vögel sind. Am Tage werden sie von den kleinen Vögeln in Schaaren verfolgt, weshalb man die Eulen zum Anlocken der letzteren abrichtet. Am bekanntesten sind der Uhu (Strix bubo), die Ohreule (St. otus), die Schleiereule (St. flammea) und das Käuzchen (St. noctua).

Zweite Ordnung: Hocker; Insessores.

§. 117. Die Zahl der in dieser Ordnung zusammengestellten Vögel ist so außerordentlich groß, daß man genöthigt war, sie wieder in mehrere Unterordnungen abzutheilen. Ihre Füße sind schwach und haben von den Zehen meist 3 nach vorn und eine nach hinten gerichtet. Bei anderen kommen Wandelfüße vor, wenn die 2 äußeren Zehen am Grunde verwachsen sind, oder Schreit-

füße, wenn die Verwachsung bis zum zweiten Gliede stattfindet. Selten trifft man Klammerfüße, wenn alle Zehen nach vorn gewendet sind, oder Kletterfüße, wenn zwei Zehen nach vorn und zwei nach hinten gewendet sind. Wir finden in dieser Ordnung die besten Sänger, sodann viele Vögel, die sich durch Munterkeit, Gelehrigkeit und die Kunstfertigkeit, womit sie ihre Nester bauen, auszeichnen.

Von den dieser Ordnung angehörenden Vögeln stehen viele ziemlich vereinzelt, andere dagegen in großen Familien. Ersteres ist der Fall bei der durch einen ungeheuren Rachen ausgezeichneten Nachtschwalbe, auch Ziegenmelker (Caprimulgus) genannt, und bei der Mauer- und Thurmschwalbe (Cypselus).

Eine ganze Unterordnung erfüllen die Singvögel (Canores), worunter die Schwalben (Hirundo), wie die Rauch- oder Blutschwalbe, die Hausschwalbe, die Uferschwalbe, und die in Ostindien vorkommende Salangane (H. esculenta), deren aus gallertartiger Substanz bestehende Nester berühmte Leckerbissen sind. Von den Fliegenschnäppern (Muscicapa) ist der schwarzköpfige bei uns nicht selten. Der Würger oder Dorndreher und der Neuntödter (Lanius excubitor und collurio) sind raubvogelartige Sänger, die Insecten als Vorrath an Dorne spießen oder einklemmen und selbst kleine Vögel angreifen. In der Familie der Drosseln (Merulidae) finden wir den schönen gelben Pirol (Oriolus galbula), die Misteldrossel (Turdus viscivorus), die Wachholderdrossel, auch Krammetsvogel genannt (T. pilaris), die Singdrossel (T. musicus), die Schwarzdrossel oder Amsel (T. merula) und die Spottdrossel (T. polyglotta). Wenn die genannten theils als wohlschmeckende Braten, theils wegen ihres Gesanges beliebt sind, so gilt letzteres in noch höherem Grade für die eigentlichen Sänger (Sylviadae), meist kleine und unansehnlich gefärbte Vögel. Keiner Lobrede bedarf bei ihrer allgemeinen Anerkennung die Nachtigall (Sylvia luscinia), und auch die folgenden tragen zur Belebung unserer Wälder und Hecken Vieles bei, nämlich die gemeine Grasmücke (S. cinerea), das Schwarzköpfchen (S. atrocapilla), das Rothschwänzchen (S. erithacus), das Rothbrüstchen (S. rubecula) und der Rohrsänger (S. arundinacia). Die kleinsten unserer einheimischen Vögel sind das Goldhähnchen oder Zaunkönig (S. regulus) und der Zaunschlüpfer (S. troglodytes).

Besser bekannt als der Fluevogel (Accentor alpinus) und der Pieper (Anthus) sind das zierliche Bachstelzchen (Motacilla) und der Baumläufer (Certhia). Muntere Vögel aus der Familie der Meisen (Parus) sind die Kohlmeise (P. major), die Blaumeise (P. coeruleus), die Beutelmeise (P. pendulinus), die sehr kunstreich ein beutelförmiges Netz flechtet und es über Wasser, gewöhnlich an Schilf aufhängt, und die Spechtmeise (Sitta).

Mehr vereinzelt finden wir den schön orangegelben Felsenhahn (Rupicola) Südamerikas und den Seidenschwanz (Ampelis garrula), während die Familie der Raben (Corvinae) größere Vögel mit starkem Schnabel und

rauher Stimme enthält, die meist von Pflanzenkernen sich nähren, allein auch Gewürm und Fleisch fressen. Solche sind der Häher (Corvus glandarius), die Elster oder Atzel (C. pica), die Dohle (C. monedula), die Nebelkrähe (C. cornix), die Saatkrähe (C. frugilegus), die gemeine Krähe (C. corone) und der bei Gelegenheit selbst kleine Thiere angreifende Rabe (Corvus corax). Alle zeichnen sich aus durch dunkles Gefieder und durch die Fähigkeit Wörter aussprechen zu lernen, die auch dem Staar (Sturnus vulgaris) zukommt, der ebenso wie der afrikanische Madenhacker (Buphaga) dem weidenden Vieh das Ungeziefer absucht. Anzureihen ist hier der nur in Neu-Guinea vorkommende Paradiesvogel (Paradisea apoda), dessen langes, lockeres Gefieder als Schmuck hoch geschätzt wird.

Die körnerfressenden Singvögel (Granivori) ernähren ihre Jungen mit Insecten und wir begegnen in dieser Familie solchen, die bei uns häufig in Schaaren auftretend Schaden an den Sämereien anrichten, und andererseits auch solchen, die in Masse gefangen und verspeis't werden. Erwähnung verdienen die Feldlerche (Alauda arvensis), die Hauben- und die Heidelerche, der Goldammer (Emberiza citrinella), der Schneeammer (E. nivalis) und der wohlschmeckende Ortolan (E. hortulana). Zu unseren bekanntesten Vögeln gehören ferner die Finken (Fringilla), wie der Buchfink (F. coelebs), der Distelfink oder Stieglitz (F. carduelis), der Kernbeißer, der Grauhänfling (F. cannabina), der Zeisig (F. spinus) und der seit Jahrhunderten von den kanarischen Inseln bei uns eingebürgerte Kanarienvogel (Fringilla canaria). Fast alle lassen sich leicht in Käfigen halten und zum Gesang abrichten, was jedoch beim Spatz oder Sperling (F. domestica) nicht der Fall ist, dessen Kleid überdies bescheidener ist als sein Charakter. Etwas größer sind die Gimpel, worunter der Dompfaff oder Blutfink (Loxia pyrrhula) ein sehr gelehriger Sänger, der Fichtengimpel (L. enucleator) und der Kreuzschnabel (L. curvirostra).

In die Unterordnung der Dünnschnäbel (Tenuirostres) gehören die kleinsten aller Vögel, die Kolibri (Trochilus), die allein Südamerika angehören, wo sehr viele Arten derselben, deren Gefieder durch unbeschreiblichen Metallglanz und die größte Farbenpracht sich auszeichnen, von kleinen Insecten leben, die sie mit ihren langen dünnen Schnäbeln aus den Blumenkelchen holen, wodurch die irrige Meinung entstand, daß sie von Zuckersaft lebten. Die kleinste Art wird kaum 2 Zoll lang. Größer ist der mit einem Federschopf geschmückte Wiedehopf (Upupa epops).

Mit Heftzehen versehene Vögel bilden eine andere Unterabtheilung, wohin der mit einem übermäßig großen Schnabel versehene Naßhornvogel (Buceros) und der Bienenfresser (Merops), sowie der Eisvogel (Alcedo) mit vierkantigem Schnabel gehören.

Bei den Klettervögeln (Scansores) sind zwei Zehen nach vorn und zwei nach hinten gestellt, wie beim Kuckuck (Cuculus canorus), der kein Nest baut, sondern seine Eier einzeln in die Nester kleiner Singvögel legt, welche

sie ausbrüten und das ausschlüpfende Junge auf Kosten ihrer eigenen ernähren; der Honigkuckuck (C. indicator) auf dem Cap, welcher die Nester wilder Bienen durch sein Geschrei verräth, der Tukan oder Pfefferfraß (Rhamphastos), mit sehr großem Schnabel, endlich die Familie der Spechte, die mit ihrem spitzigen Schnabel die Rinde der Bäume durchsuchen und aufhacken, und Insecten und deren Larven hervorholen, wozu sich der Wendehals (Jynx) mit Vortheil seiner wurmförmigen Zunge bedient, sowie die Spechte ihrer mit Widerhäkchen versehenen Zunge. Von diesen sehen wir bei uns nicht selten den Schwarzspecht (Picus martius), den Grünspecht (Picus viridis) und den Buntspecht (P. varius).

Den Schluß dieser ganzen Ordnung bildet die große Familie der Papageie. Sie haben einen sehr dicken, kolbenförmigen und stumpfen Schnabel, der am Grunde mit einer Wachshaut umkleidet ist, und eine dicke, fleischige Zunge, so daß die eigentlichen Papageie von allen Vögeln am deutlichsten Worte des Menschen nachsprechen lernen. Ihre Stimme ist jedoch rauh und widrig. Sie leben nur in den heißen Ländern, besonders von weichen Früchten, selten von Insecten oder Fleisch. Wir bemerken nur die eigentlichen Papageie (Psittacus), deren es über 200 Arten giebt, die sich durch ihr herrlich gefärbtes Gefieder und ihre drolligen Geberden auszeichnen. Solche sind: der gemeine, graue Papagei (Psittacus erithacus); der Cacadu (Ps. cristatus); der blaue Ara (Ps. ararauna); der rothe Ara (Ps. macao); die Unzertrennlichen (Ps. pullarius).

Dritte Ordnung: Hühner; Rasores s. Gallinacei.

Die hühnerartigen Vögel haben einen kurzen, etwas gebogenen Schnabel, §. 118. und starke, zum Scharren besonders geeignete Füße. Sie fliegen wenig, haben eine unangenehme Stimme, und sind durch ihr wohlschmeckendes Fleisch und ihr häufiges Eierlegen die nützlichsten Vögel. Die sehend ausschlüpfenden Jungen gehen alsbald ihrer Nahrung nach. Die Männchen sind größer und prächtiger als die Weibchen.

Aus der Familie der paarweise lebenden Tauben (Columbae), deren Jungen lange hülflos bleiben, bemerken wir die Ringeltaube (C. palumbus), die Holztaube (C. oenas), die Turteltaube (C. turtur), die Lachtaube (C. risoria), die Wandertaube (C. migratoria), die in Mittel- und Nordamerika mitunter in ungeheuren Zügen erscheint, und endlich die große, mit einem Federbusch geschmückte Krontaube (C. coronata).

Unter den Feldhühnern (Tetraonidae) finden wir sowohl schöne, als wohlschmeckende Vögel, wie den stattlichen Auerhahn (Tetrao urogallus), den Birkhahn (T. tetrix), das Haselhuhn (T. bonasia), ferner auf den Alpen das im Winter ganz weiß werdende Schneehuhn (T. lagopus) und am häufigsten die in kleinen Schwärmen, sogenannten Ketten, von einem Männchen angeführt werdenden Feldhühner (T. perdix) und die Wachtel (T. coturnix).

Unter den eigentlichen Hühnern (Phasianidae), die fast alle aus Asien stammen und meist sehr prachtvoll gefiedert sind, finden wir das Perlhuhn (Numida Meleagris), unseren Haushahn (Phasianus Gallus), der vom Bankiva-Hahn in Ostindien abstammt; den gemeinen Fasan (Ph. colchicus), den Gold- und den Silberfasan (Ph. pictus und nycthemerus), den Pfau (Pavo), den Argusfasan (Argus) und den aus Nordamerika stammenden Truthahn (Meleagris gallopavo).

Als vereinzelt anzureihen sind hier der Leyerschweif (Menura), ein unansehnlicher Vogel Neuhollands, jedoch mit auffallend gebildetem Schweif, und der Dudu oder Dronte (Didus), ein schwerfälliger, 1598 auf Isle de France angetroffener, seitdem ausgestorbener Vogel.

Vierte Ordnung: Laufvögel; Cursores.

§. 119. Wir finden in dieser Ordnung die größten Vögel, mit kurzen und fehlenden Schwungfedern, so daß sie kaum oder gar nicht fliegen können. Dagegen sind ihre, die Hinterzehe entbehrenden Füße vorzüglich zum Laufen geschickt, und sie übertreffen hierin an Schnelligkeit das Pferd. Sie sind gefräßig und verschlingen allerlei Nahrungsmittel, sowohl des Pflanzen- als Thierreichs. Es giebt nur wenige Arten derselben und diese sind: der neuseeländische Kiwi (Apteryx australis); der Casuar (Casuarius indicus) und der größte aller Vögel, der zweizehige Strauß (Struthio camelus), der 6 bis 8 Schuh hoch wird und die bekannten Schmuckfedern liefert. Er bewohnt die Wüsten Mittel- und Südafrikas, sowie das südwestliche Asien und brütet seine großen Eier unter Mitwirkung der Sonne aus. In Südamerika finden wir den dreizehigen Strauß (Rhea americana) und in Neuholland den Emu (Rh. novae Hollandiae).

Fünfte Ordnung: Wadvögel; Grallatores.

§. 120. Die Vögel dieser Ordnung machen den Uebergang von den Hühnern und Laufvögeln zu den Schwimmvögeln. Der verlängerte Lauf macht sie zum Waden geschickt, und während geheftete und halbgeheftete Füße vorherrschen, finden sich doch auch Lappen- und Schwimmfüße. Die Wadvögel fliegen ausdauernd mit nach hinten gestreckten Beinen, und leben in sumpfigen Gegenden und am Rande der Gewässer von Insecten, Gewürm, Weichthieren, Lurchen und Fischen.

Durch starke Sporen am Flügelbug ausgezeichnet ist der südamerikanische Wehrvogel (Palamedes), und als Zugvogel erscheint bei uns zuweilen die Trappe (Otis tarda).

Zur Familie der Reiher (Herodii) rechnen wir den Kranich (Grus) und die verschiedenen Reiher (Ardea), wie den gemeinen Fischreiher (A. cinerea) und den weißen Reiher (A. aegretta), der die Federn zu den schönen Reiherbüschen liefert, und die Rohrdommel (A. stellaris). Aus der Gattung

des Storchs (Ciconia) bemerken wir außer unserem bekannten Hausfreund den indischen Marabu und den afrikanischen Argala, sehr große Störche, die eine Menge lästiger Thiere und Aas verzehren und deren lockere, weiße Schwanzfedern besonders von den Orientalen zu kostbaren Federbüschen verwendet werden. Afrika angehörig sind der große Ibis (Tantalus ibis) und der heilige Ibis (Ibis religiosa), welcher letztere in Aegypten als Vorbote der Nilüberschwemmung verehrt und sehr häufig als Mumie einbalsamirt wurde. Durch seinen vorn plattgedrückten Schnabel ausgezeichnet ist der Löffelreiher (Platalea) und durch sehr hohe Beine, einen außerordentlich langen Hals und schön rosenrothes Gefieder mit carminrothen Flügeln der Flamingo (Phoenicopterus).

Kleinere Vögel sind die aus der Familie der Strandläufer (Charadriadae), die meist an den Ufern der Gewässer ihre Nahrung suchen, wie der Goldregenpfeifer (Charadrius), der Kibitz (Vanellus), der Steinwälzer (Strepsilas), der Austernfischer (Haematopus), der Strandreiter (H. rufipes) und der Säbler (Recurvirostra) mit langem, aufwärts gekrümmtem Schnabel

Die Familie der Schnepfen (Scolopacidae) bedient sich eines langen biegsamen und empfindlichen Schnabels zum Aufsuchen von Gewürm und Schnecken im Schlamm. Darunter sind die grünbeinigen Wasserläufer (Totanus glottis und stagnatilis), die Waldschnepfe (Scolopax rusticola), die Bekassine (Sc. media) und der Strandläufer (Tringa) der Seeküsten.

Die Wasserhühner (Rallidae), welche ganz an und auf den Gewässern leben und ebenso gut schwimmen als tauchen, erscheinen durch diese Eigenschaften den eigentlichen Schwimmvögeln sehr genähert. Man rechnet hierher die Wasser-Ralle (Rallus aquaticus), die Rohrhühner (Gallinula), worunter der Wachtelkönig (G. crex) und das grünbeinige Rohrhuhn (G. cloropus), das schöne Sultanshuhn (Porphyrio), den durch sehr lange Zehen und einen spitzen Sporn am Flügel ausgezeichneten Spornflügel (Parra) und das auf allen Teichen und Seen gemeine schwarze Wasserhuhn oder Bläßhuhn (Fulica atra).

Sechste Ordnung: Schwimmvögel; Natatores.

§. 121. Diese Vögel haben kurze Läufe und Schwimmfüße, deren Zehen durch eine Schwimmhaut verbunden sind. Ihr Gefieder ist sehr dicht und ein starker Flaumenpelz gewährt denselben Schutz gegen Wasser und Kälte. Die meisten leben fast nur mit Ausnahme der Brütezeit auf dem Wasser und nähren sich hauptsächlich von Fischen, wovon ihr Fleisch einen Thrangeschmack erhält. Sie bilden mehrere Familien, worunter:

Die Taucher (Colymbidae), die ihren Namen der Geschicklichkeit im Tauchen verdanken, wie der Haubentaucher (Colymbus cristatus) und der Seetaucher (Col. septentrionalis). Der Polarzone angehörig sind die ungeschickt

Sie fressen nur Pflanzen, und zur gehörigen Verdauung derselben hat ihr Magen vier Abtheilungen. Die erste und größte heißt Pansen, wohin das kaum gekauete Futter zuerst gelangt; von da geht es in eine kleinere Abtheilung, die Haube genannt, wird hier in Ballen geformt, die alsdann wieder in das Maul heraufgetrieben und nochmal durchkauet werden. Nachher gelangen die Speisen in den Blättermagen und endlich in den Labmagen, wo sie mit dem Magensafte, der Lab genannt wird, vermischt und verdauet werden.

Die Wiederkäuer bilden mehrere große Familien und wir bemerken von diesen zunächst die Kameele, die keine Hörner haben und mit Schwielen an Brust und Knien versehen sind. Von diesen unterscheiden wir das gemeine einhöckerige Kameel oder Dromedar (Camelus dromedarius), vorzüglich in Arabien und Afrika gebräuchlich, und das Trampelthier (C. bactrianus) mit zwei Höckern, das mehr im nördlichen Asien gehalten wird. Durch große Genügsamkeit in Speise und Trank, Stärke, Schnelligkeit, Ausdauer und Geduld ist das Kameel das wichtigste Lastthier der Wüsten und Steppenländer und mit Recht das Schiff der Wüste genannt, das überdies durch Milch und Fleisch nützlich wird.

Kleiner und der Höcker entbehrend sind die amerikanischen Kameele, nämlich das peruanische Schaf oder Guanaco (Camelus lama) und die Vicunna, welche beide eine unter dem Namen Kameelhaar bekannte Wolle liefern; das kleine Lama oder Paco.

Für sich allein stehend als eine Merkwürdigkeit des Thierreichs ist die bis zum Scheitel 18 Fuß hoch werdende Giraffe (Camelopardalis), die braungefleckte, flüchtige Bewohnerin der afrikanischen Wüste, deren Haupt mit vier Stirnzapfen gekrönt ist. Durch ein dichtes, knöchernes, jährlich sich erneuerndes Geweih zeichnet sich die Familie der hirschartigen Wiederkäuer (Cervina) aus, worunter das im nördlichen Asien, besonders Tibet, einheimische Bisamthier (Moschus moschiferus), von dem der kostbare Moschus gewonnen wird; die Hirsche (Cervus), worunter das Reh (C. capreolus); der Edelhirsch (C. elaphus); der Damhirsch (C. dama); das für die Bewohner der nördlichen Regionen überaus wichtige Rennthier (C. tarandus) und das Elenn (C. alces).

Eine große Familie bilden die hohlhornigen Wiederkäuer (Cavicornia), deren bleibende hohle Hörner scheidenartig einen Hirnzapfen umgeben. Als wichtige Gattungen bezeichnen wir die Schafe (Ovis), worunter das wilde, sardinische Schaf; das Hausschaf (O. Aries); das fettschwänzige Schaf (O. steatopyga); die Ziegen (Capra), worunter der Steinbock (C. ibex); die wilde Ziege (C. aegagrus); die zahme Ziege (C. hircus); die Angora- und Kaschemirziege, aus deren feinwolligen Haaren die kostbaren Shals gewebt werden; die schlanken und flinken Antilopen, deren zahlreiche Arten die Wüsten und Wüstenländer von Arabien, Südafrika und Indien in Heerden bewohnen, worunter die Zwerggemse (Antilope pygmaea); die Gazelle (A. dorcas); die arabische Antilope; die Damgemse (A. dama); und die

indische mit schraubenförmig gewundenen Hörrnern (A. cervicapra); die gemeine Gemse (A. rupicapra) und die rinderartige Gemse oder das Gnu. Eine bedeutende Gattung bilden ferner die in allen Welttheilen durch Arten vertretenen und seit den ältesten Zeiten als Haus- und Zugthiere benutzten Rinder (Bos), worunter der Bisamochse (B. moschatus); der afrikanische Büffel (B. caffer); der gemeine Büffel (B. bubalus); der gemeine Ochse (B. taurus); der amerikanische Büffel (B. americanus), auch Bison und Buffalo genannt, und der Urochs (B. urus), nur noch in Litthauen vorkommend.

Elfte Ordnung: Flossenfüßer; Finnipeda.

§. 112. Mit dieser Ordnung nähern wir uns einer Reihe von Thieren, die gleichsam die Säugethiere mit den weit unter denselben stehenden Fischen zu verbinden scheint. Aus dem nach hinten verschmälerten, mit kurzem, platt anliegendem Haare bedeckten Körper ragen die Gliedmaßen nur bis zu den Fuß- und Handgelenken hervor und sind kaum zum Kriechen, dagegen vortrefflich zum Schwimmen geschickt. Sie sind nur Meeresbewohner, die jedoch zu Zeiten das Ufer besteigen und von Fischen und Schalthieren leben. Die Felle, der Thran und die Stoßzähne mehrerer Arten sind Handelsartikel.

Anzuführen ist die Gattung der Robben (Phoca), worunter der gemeine Seehund oder das Seekalb (Ph. vitulina) in der Nord- und Ostsee häufig, der Seemönch (Ph. monachus), die Mützenrobbe (Ph. cristata), der Seelöwe (Otaria jubata). Eine Länge von 18 bis 20 Fuß und ein Gewicht von 1500 bis 2000 Pfund erreichen die mit furchtbaren Hauern ausgerüsteten Wallrosse (Trichechus rosmarus), muschelfressende Bewohner der nördlichen Eismeere, die gelegentlich unter sich und mit ihren Angreifern heftig kämpfen.

Zwölfte Ordnung: Walthiere; Cetacea.

§. 113 Eine auffallende Erscheinung bieten diese Thiere durch den zum Theil erstaunlichen Umfang ihres Leibes, denn es gehören hierher die größten aller Thiere. Sie sind ferner durch ihren Mangel an Hinterfüßen ausgezeichnet, und ihre flossenartigen Vorderglieder, so daß sie ganz fischähnlich erscheinen und auch allein im Meere leben. Von Haaren ist kaum an der Oberlippe eine Spur sichtbar. Nützlich erscheinen sie durch den Thran, das Fischbein, das Wallrath und den Amber, welche man von ihnen gewinnt. Sie athmen durch Naslöcher, die oben am Kopfe sich befinden, und aus welchen sie Wasser in Strahlen und als Dampf ausspritzen. Ihr Aufenthalt sind vorzugsweise die kalten Meere, bis Grönland hinauf. Anzuführen sind: der gemeine oder grönländische Wal (Balaena) wird 60 bis 70 Schuh lang und 1000 Centner schwer. Statt der Zähne hat er sogenannte Barten, die unter dem Namen von Fischbein bekannt sind; der Pottwal (Physeter) oder Cachelot wird bis 100 Schuh lang, liefert das Wallrath und den Amber; der Schwertwal

oder Narwal (Monodon); die Delphine (Delphinus), Thiere von 8 bis 18 Schuh Länge, die in allen Meeren vorkommen, sehr schnell schwimmen und sehr gefräßige Räuber sind. Alle seither genannten Glieder dieser Ordnung nähren sich von Polypen, Weichthieren und Fischen; die folgenden haben mehr fußartige Vorderglieder und fressen Pflanzen, besonders Seetang. Solche sind die nordische Meerkuh (Manatus borealis) und die atlantische Seekuh (Manatus atlanticus) und die im indischen Archipel auftauchende Seemaid (Halicore; Dügong).

Zweite Klasse: Vögel. Aves.

§. 114. Die Federn, welche den Leib der Vögel bekleiden, sind das bezeichnendste Kennzeichen derselben. Außerdem bemerken wir an denselben 4 Glieder, wovon die vorderen Flügel, die hinteren Füße sind, eine meistens harte Zunge, ein zahnloses, schnabelförmiges Maul, 2 Nasenlöcher und ein nach außen geöffnetes Ohr, jedoch ohne Muschel. Ihr langer, aus 9 bis 23 Wirbeln gebildeter Hals erleichtert sehr die Bewegung des Kopfes, dessen größeres Gehirn das Gedächtniß und die Gelehrigkeit vieler Vögel erklärt. Besonders entwickelt ist die Brust mit einer großen durchlöcherten Lunge, in welche eine lange, mehrfach gewundene Luftröhre führt, so daß dieselbe eine Menge von Luft aufzunehmen vermag, was das Fliegen erleichtert und die Vögel zur stimmreichsten Thierklasse befähigt. Sie allein haben die Gabe des Gesangs. Nicht minder unterstützen ihre dünnen und hohlen Knochen das Fliegen. Ihr Blut hat eine Wärme von 30 bis 40° R., übertrifft hierin also das der Säugethiere.

Die Vermehrung geschieht durch Eier, die mit kalkiger Schale überzogen sind und deren 6 bis 12, selten 20 oder mehr in ein meist sehr künstliches Nest gelegt werden. Zur Entwickelung müssen sie bebrütet, d. h. einer Wärme von ungefähr 30° R., gewöhnlich 3 Wochen lang ausgesetzt werden. Die Jungen werden von den Alten mit Liebe gefüttert und mit Aufopferung beschützt. Ihre Nahrung besteht in allen möglichen Pflanzen- und Thierstoffen; ihr Aufenthalt ist entweder das Wasser, oder das Land, doch wechseln manche mit beiden. In Beziehung auf eine Gegend sind die Vögel entweder Standvögel (Sperlinge) oder Strichvögel (Drossel) oder Wandervögel (Schwalben).

Zu ihrer Unterscheidung werden besonders die Füße und der Schnabel berücksichtigt. Erstere sind entweder Schwimmfüße oder Lappenfüße; Gehfüße, Schreitfüße, Lauffüße oder Kletterfüße. Kein Fuß hat mehr als vier Zehen. Der kurze, am Leibe anliegende Oberschenkel, sowie das eigentliche Knie kommen nicht zum Vorschein und statt der Mittelfußknochen ist nur ein einziger Knochen vorhanden, der Lauf genannt wird. Der Schnabel ist bald lang und spitz, pfriemenförmig oder kurz und dick, kegelförmig, walzig, von der Seite oder von oben zusammengedrückt, gerade, gebogen

oder nur an der Spitze gebogen. Am Grunde ist der Schnabel bei manchen Vögeln mit einer gelben Haut, der sogenannten **Wachshaut**, umgeben.

Abgesehen davon, daß viele Vögel durch das Zierliche ihrer Gestalt, durch die Farbenpracht ihres Gefieders, die Anmuth ihrer Bewegungen und namentlich durch ihren heitern Gesang uns Unterhaltung und Vergnügen gewähren, werden uns dieselben durch ihr Fleisch, ihre Eier und Federn von beträchtlichem Nutzen. Sie richten dagegen verhältnißmäßig nur geringen Schaden an. Selten sind die Fälle, wo die großen Raubvögel dem Menschen gefährlich werden und giftig ist kein Vogel.

Nach Bau und Lebensweise bilden alle Vögel zwei große Hauptgruppen. Die ersten kommen blind und nackt aus dem Ei, müssen lange im Nest gefüttert werden, und ernähren sich später nur von einerlei Nahrung; ihr Gang ist hüpfend, ihr Flug rasch und leicht, so daß sie fast meistens in der Luft sich aufhalten. Die zweiten kommen sehend und mit Flaum bedeckt aus dem Ei, laufen sogleich davon und suchen selbst ihre Nahrung auf, die in dem verschiedensten Eßbaren besteht; ihr Gang ist schreitend, sie fliegen selten und leben meistens an der Erde oder im Wasser.

Eintheilung der Vögel. §. 115.

A. Unterschenkel bis zur Fußbeuge befiedert (Gangbeine).			B. Unterschenkel nur am oberen Theile befiedert (Wadbeine).		
1. **Raubvögel**; Raptatores.	2. **Hocker**; Insessores.	3. **Hühner**; Rasores.	4. **Laufer**; Cursores.	5. **Wader**; Grallatores.	6. **Schwimmer**; Natatores.
Starke Beine, Sitzfüße, starke, gekrümmte, spitze Krallen; Schnabel mit hakenförmiger Spitze und mit Wachshaut.	Wandel-, Schreit- oder Kletterfüße; spitzige, meist stark zusammengedrückte Krallnägel; meist ohne Wachshaut.	Sitz- oder Spaltfüße; Nägel nicht zusammengedrückt, meist stumpf; Oberschnabel meist wölbig, zuweilen mit Wachshaut.	Lauffüße; die Flügel verkümmert und zum Fliegen untauglich.	Wadbeine mit langen Läufen; Füße geheftet, halbgeheftet oder gespalten, selten Schwimm- od. Lappenfüße; taugliche Flügel.	Wadbeine mit kurzen Läufen; Schwimm- od. Ruderfüße; seltner gespaltene Schwimmfüße.

Erste Ordnung: Raubvögel; Raptatores.

§. 116. Kräftige Füße, scharfes Gesicht und ein bedeutendes Flugvermögen machen diese Vögel zur Jagd auf andere Vögel besonders geeignet, obgleich mehrere derselben auch Aas verzehren. Unverdauliche Theile, wie Wolle und Federn, brechen sie als sogenanntes **Gewölle** wieder aus. Die Weibchen sind

gewöhnlich größer als die Männchen und legen nur wenige Eier in ein kunstloses Nest auf hohen Felsen oder Bäumen.

Die nur am Tage ihrem Fange nachgehenden Tagraubvögel mit knapp anliegendem Gefieder bilden die Familien der Geier und Falken.

Von den gesellig lebenden, trägen Geiern (Vulturini), die meist einen nackten Kopf haben und gefräßige Aasfresser sind, bemerken wir den Kondur (Vultur gryphus), den größten aller fliegenden Vögel, der auf den höchsten Gebirgen Südamerikas lebt und eine Flugweite von 11 bis 13 Fuß hat; ferner den Aasvogel oder ägyptischen Geier (V. percnopterus), den grauen Geier (V. cinereus), den weißköpfigen Geier (V. leucocephalus s. fulvus). In der Mitte zwischen Adlern und Geiern steht der Lämmergeier oder Bartgeier (Gypaëtus barbatus), der in den Hochgebirgen Südeuropas horstet.

Die Falken (Accipitrini) bilden eine große, durch edle Formen und kühnes Wesen ausgezeichnete Familie. Sie leben vorzugsweise von lebendigen Thieren, worunter bei den kleineren auch Insecten gehören. Von den größeren, die Adler heißen, sind die bedeutendsten: der Gold- oder Steinadler (Falco fulvus), der Seeadler (F. albicella), der Fischadler (F. haliaëtos), beide geschickte Fischfänger. Zu den kleineren eigentlichen Falken, von denen mehrere zu der früher sehr beliebten Falkenjagd sich abrichten lassen, gehören: der Edel- oder Jagdfalke (F. islandicus), der Merlin (F. aesalon), der Thurmfalke (F. tinnunculus), der Habicht (F. palumbarius), der Sperber (F. nisus); ferner mit gabelförmigem Schwanz der Gabelweihe (F. milvus), der träge Bussart (F. buteo) und der Weihe (F. rufus). Ein eigenthümlicher, durch lange Beine den Sumpfvögeln ähnlicher Raubvogel Südafrikas ist der Secretär (Gypogeranus secretarius), wegen eines Federschopfes am Kopfe also genannt und sehr nützlich durch die Vertilgung vieler Schlangen.

Die Nachtraubvögel oder Eulen (Strigidae) haben ein locker abstehendes Gefieder, große das Tageslicht scheuende Augen, weshalb sie fast ausschließlich Nachts ihrem Raube nachgehen, der besonders in Mäusen besteht, so daß sie sehr nützliche Vögel sind. Am Tage werden sie von den kleinen Vögeln in Schaaren verfolgt, weshalb man die Eulen zum Anlocken der letzteren abrichtet. Am bekanntesten sind der Uhu (Strix bubo), die Ohreule (St. otus), die Schleiereule (St. flammea) und das Käuzchen (St. noctua).

Zweite Ordnung: Hocker; Insessores.

§. 117. Die Zahl der in dieser Ordnung zusammengestellten Vögel ist so außerordentlich groß, daß man genöthigt war, sie wieder in mehrere Unterordnungen abzutheilen. Ihre Füße sind schwach und haben von den Zehen meist 3 nach vorn und eine nach hinten gerichtet. Bei anderen kommen Wandelfüße vor, wenn die 2 äußeren Zehen am Grunde verwachsen sind, oder Schreit-

füße, wenn die Verwachsung bis zum zweiten Gliede stattfindet. Selten trifft man Klammerfüße, wenn alle Zehen nach vorn gewendet sind, oder Kletterfüße, wenn zwei Zehen nach vorn und zwei nach hinten gewendet sind. Wir finden in dieser Ordnung die besten Sänger, sodann viele Vögel, die sich durch Munterkeit, Gelehrigkeit und die Kunstfertigkeit, womit sie ihre Nester bauen, auszeichnen.

Von den dieser Ordnung angehörenden Vögeln stehen viele ziemlich vereinzelt, andere dagegen in großen Familien. Ersteres ist der Fall bei der durch einen ungeheuren Rachen ausgezeichneten Nachtschwalbe, auch Ziegenmelker (Caprimulgus) genannt, und bei der Mauer- und Thurmschwalbe (Cypselus).

Eine ganze Unterordnung erfüllen die Singvögel (Canores), worunter die Schwalben (Hirundo), wie die Rauch- oder Blutschwalbe, die Hausschwalbe, die Uferschwalbe, und die in Ostindien vorkommende Salangane (H. esculenta), deren aus gallertartiger Substanz bestehende Nester berühmte Leckerbissen sind. Von den Fliegenschnäppern (Muscicapa) ist der schwarzköpfige bei uns nicht selten. Der Würger oder Dorndreher und der Neuntödter (Lanius excubitor und collurio) sind raubvogelartige Sänger, die Insecten als Vorrath an Dorne spießen oder einklemmen und selbst kleine Vögel angreifen. In der Familie der Drosseln (Merulidae) finden wir den schönen gelben Pirol (Oriolus galbula), die Misteldrossel (Turdus viscivorus), die Wachholderdrossel, auch Krammetsvogel genannt (T. pilaris), die Singdrossel (T. musicus), die Schwarzdrossel oder Amsel (T. merula) und die Spottdrossel (T. polyglotta). Wenn die genannten theils als wohlschmeckende Braten, theils wegen ihres Gesanges beliebt sind, so gilt letzteres in noch höherem Grade für die eigentlichen Sänger (Sylviadae), meist kleine und unansehnlich gefärbte Vögel. Keiner Lobrede bedarf bei ihrer allgemeinen Anerkennung die Nachtigall (Sylvia luscinia), und auch die folgenden tragen zur Belebung unserer Wälder und Hecken Vieles bei, nämlich die gemeine Grasmücke (S. cinerea), das Schwarzköpfchen (S. atrocapilla), das Rothschwänzchen (S. erithacus), das Rothbrüstchen (S. rubecula) und der Rohrsänger (S. arundinacia). Die kleinsten unserer einheimischen Vögel sind das Goldhähnchen oder Zaunkönig (S. regulus) und der Zaunschlüpfer (S. troglodytes).

Besser bekannt als der Fluevogel (Accentor alpinus) und der Pieper (Anthus) sind das zierliche Bachstelzchen (Motacilla) und der Baumläufer (Certhia). Muntere Vögel aus der Familie der Meisen (Parus) sind die Kohlmeise (P. major), die Blaumeise (P. coeruleus), die Beutelmeise (P. pendulinus), die sehr kunstreich ein beutelförmiges Netz flechtet und es über Wasser, gewöhnlich an Schilf aufhängt, und die Spechtmeise (Sitta).

Mehr vereinzelt finden wir den schön orangegelben Felsenhahn (Rupicola) Südamerikas und den Seidenschwanz (Ampelis garrula), während die Familie der Raben (Corvinae) größere Vögel mit starkem Schnabel und

rauher Stimme enthält, die meist von Pflanzenkernen sich nähren, allein auch Gewürm und Fleisch fressen. Solche sind der Häher (Corvus glandarius), die Elster oder Atzel (C. pica), die Dohle (C. monedula), die Nebelkrähe (C. cornix), die Saatkrähe (C. frugilegus), die gemeine Krähe (C. corone) und der bei Gelegenheit selbst kleine Thiere angreifende Rabe (Corvus corax). Alle zeichnen sich aus durch dunkles Gefieder und durch die Fähigkeit Wörter aussprechen zu lernen, die auch dem Staar (Sturnus vulgaris) zukommt, der ebenso wie der afrikanische Madenhacker (Buphaga) dem weidenden Vieh das Ungeziefer absucht. Anzureihen ist hier der nur in Neu-Guinea vorkommende Paradiesvogel (Paradisea apoda), dessen langes, lockeres Gefieder als Schmuck hoch geschätzt wird.

Die körnerfressenden Singvögel (Granivori) ernähren ihre Jungen mit Insecten und wir begegnen in dieser Familie solchen, die bei uns häufig in Schaaren auftretend Schaden an den Sämereien anrichten, und andererseits auch solchen, die in Masse gefangen und verspeist werden. Erwähnung verdienen die Feldlerche (Alauda arvensis), die Hauben- und die Heidelerche, der Goldammer (Emberiza citrinella), der Schneeammer (E. nivalis) und der wohlschmeckende Ortolan (E. hortulana). Zu unseren bekanntesten Vögeln gehören ferner die Finken (Fringilla), wie der Buchfink (F. coelebs), der Distelfink oder Stieglitz (F. carduelis), der Kernbeißer, der Grauhänfling (F. cannabina), der Zeisig (F. spinus) und der seit Jahrhunderten von den kanarischen Inseln bei uns eingebürgerte Kanarienvogel (Fringilla canaria). Fast alle lassen sich leicht in Käfigen halten und zum Gesang abrichten, was jedoch beim Spatz oder Sperling (F. domestica) nicht der Fall ist, dessen Kleid überdies bescheidener ist als sein Charakter. Etwas größer sind die Gimpel, worunter der Dompfaff oder Blutfink (Loxia pyrrhula) ein sehr gelehriger Sänger, der Fichtengimpel (L. enucleator) und der Kreuzschnabel (L. curvirostra).

In die Unterordnung der Dünnschnäbel (Tenuirostres) gehören die kleinsten aller Vögel, die Kolibri (Trochilus), die allein Südamerika angehören, wo sehr viele Arten derselben, deren Gefieder durch unbeschreiblichen Metallglanz und die größte Farbenpracht sich auszeichnen, von kleinen Insecten leben, die sie mit ihren langen dünnen Schnäbeln aus den Blumenkelchen holen, wodurch die irrige Meinung entstand, daß sie von Zuckersaft lebten. Die kleinste Art wird kaum 2 Zoll lang. Größer ist der mit einem Federschopf geschmückte Wiedehopf (Upupa epops).

Mit Heftzehen versehene Vögel bilden eine andere Unterabtheilung, wohin der mit einem übermäßig großen Schnabel versehene Naßhornvogel (Buceros) und der Bienenfresser (Merops), sowie der Eisvogel (Alcedo) mit vierkantigem Schnabel gehören.

Bei den Klettervögeln (Scansores) sind zwei Zehen nach vorn und zwei nach hinten gestellt, wie beim Kuckuck (Cuculus canorus), der kein Nest baut, sondern seine Eier einzeln in die Nester kleiner Singvögel legt, welche

sie ausbrüten und das ausschlüpfende Junge auf Kosten ihrer eigenen ernähren; der Honigkuckuck (C. indicator) auf dem Cap, welcher die Nester wilder Bienen durch sein Geschrei verräth, der Tukan oder Pfefferfraß (Rhamphastos), mit sehr großem Schnabel, endlich die Familie der Spechte, die mit ihrem spitzigen Schnabel die Rinde der Bäume durchsuchen und aufhacken, und Insecten und deren Larven hervorholen, wozu sich der Wendehals (Jynx) mit Vortheil seiner wurmförmigen Zunge bedient, sowie die Spechte ihrer mit Widerhäkchen versehenen Zunge. Von diesen sehen wir bei uns nicht selten den Schwarzspecht (Picus martius), den Grünspecht (Picus viridis) und den Buntspecht (P. varius).

Den Schluß dieser ganzen Ordnung bildet die große Familie der Papageie. Sie haben einen sehr dicken, kolbenförmigen und stumpfen Schnabel, der am Grunde mit einer Wachshaut umkleidet ist, und eine dicke, fleischige Zunge, so daß die eigentlichen Papageie von allen Vögeln am deutlichsten Worte des Menschen nachsprechen lernen. Ihre Stimme ist jedoch rauh und widrig. Sie leben nur in den heißen Ländern, besonders von weichen Früchten, selten von Insecten oder Fleisch. Wir bemerken nur die eigentlichen Papageie (Psittacus), deren es über 200 Arten giebt, die sich durch ihr herrlich gefärbtes Gefieder und ihre drolligen Geberden auszeichnen. Solche sind: der gemeine, graue Papagei (Psittacus erithacus); der Cacadu (Ps. cristatus); der blaue Ara (Ps. ararauna); der rothe Ara (Ps. macao); die Unzertrennlichen (Ps. pullarius).

Dritte Ordnung: Hühner; Rasores s. Gallinacei.

Die hühnerartigen Vögel haben einen kurzen, etwas gebogenen Schnabel, §. 118. und starke, zum Scharren besonders geeignete Füße. Sie fliegen wenig, haben eine unangenehme Stimme, und sind durch ihr wohlschmeckendes Fleisch und ihr häufiges Eierlegen die nützlichsten Vögel. Die sehend ausschlüpfenden Jungen gehen alsbald ihrer Nahrung nach. Die Männchen sind größer und prächtiger als die Weibchen.

Aus der Familie der paarweise lebenden Tauben (Columbae), deren Jungen lange hülflos bleiben, bemerken wir die Ringeltaube (C. palumbus), die Holztaube (C. oenas), die Turteltaube (C. turtur), die Lachtaube (C. risoria), die Wandertaube (C. migratoria), die in Mittel- und Nordamerika mitunter in ungeheuren Zügen erscheint, und endlich die große, mit einem Federbusch geschmückte Krontaube (C. coronata).

Unter den Feldhühnern (Tetraonidae) finden wir sowohl schöne, als wohlschmeckende Vögel, wie den stattlichen Auerhahn (Tetrao urogallus), den Birkhahn (T. tetrix), das Haselhuhn (T. bonasia), ferner auf den Alpen das im Winter ganz weiß werdende Schneehuhn (T. lagopus) und am häufigsten die in kleinen Schwärmen, sogenannten Ketten, von einem Männchen angeführt werdenden Feldhühner (T. perdix) und die Wachtel (T. coturnix).

Unter den eigentlichen Hühnern (Phasianidae), die fast alle aus Asien stammen und meist sehr prachtvoll gefiedert sind, finden wir das **Perlhuhn** (Numida Meleagris), unseren **Haushahn** (Phasianus Gallus), der vom **Bankiva-Hahn** in Ostindien abstammt; den gemeinen **Fasan** (Ph. colchicus), den **Gold-** und den **Silberfasan** (Ph. pictus und nycthemerus), den **Pfau** (Pavo), den **Argusfasan** (Argus) und den aus Nordamerika stammenden **Truthahn** (Meleagris gallopavo).

Als vereinzelt anzureihen sind hier der **Leyerschweif** (Menura), ein unansehnlicher Vogel Neuhollands, jedoch mit auffallend gebildetem Schweif, und der **Dudu** oder **Dronte** (Didus), ein schwerfälliger, 1598 auf Isle de France angetroffener, seitdem ausgestorbener Vogel.

Vierte Ordnung: Laufvögel; Cursores.

§. 119. Wir finden in dieser Ordnung die größten Vögel, mit kurzen und fehlenden Schwungfedern, so daß sie kaum oder gar nicht fliegen können. Dagegen sind ihre, die Hinterzehe entbehrenden Füße vorzüglich zum Laufen geschickt, und sie übertreffen hierin an Schnelligkeit das Pferd. Sie sind gefräßig und verschlingen allerlei Nahrungsmittel, sowohl des Pflanzen- als Thierreichs. Es giebt nur wenige Arten derselben und diese sind: der neuseeländische **Kiwi** (Apteryx australis); der **Casuar** (Casuarius indicus) und der größte aller Vögel, der zweizehige **Strauß** (Struthio camelus), der 6 bis 8 Schuh hoch wird und die bekannten Schmuckfedern liefert. Er bewohnt die Wüsten Mittel- und Südafrikas, sowie das südwestliche Asien und brütet seine großen Eier unter Mitwirkung der Sonne aus. In Südamerika finden wir den **dreizehigen Strauß** (Rhea americana) und in Neuholland den **Emu** (Rh. novae Hollandiae).

Fünfte Ordnung: Wadvögel; Grallatores.

§. 120. Die Vögel dieser Ordnung machen den Uebergang von den Hühnern und Laufvögeln zu den Schwimmvögeln. Der verlängerte Lauf macht sie zum Waden geschickt, und während geheftete und halbgeheftete Füße vorherrschen, finden sich doch auch Lappen- und Schwimmfüße. Die Wadvögel fliegen ausdauernd mit nach hinten gestreckten Beinen, und leben in sumpfigen Gegenden und am Rande der Gewässer von Insecten, Gewürm, Weichthieren, Lurchen und Fischen.

Durch starke Sporen am Flügelbug ausgezeichnet ist der südamerikanische **Wehrvogel** (Palamedes), und als Zugvogel erscheint bei uns zuweilen die **Trappe** (Otis tarda).

Zur Familie der **Reiher** (Herodii) rechnen wir den **Kranich** (Grus) und die verschiedenen **Reiher** (Ardea), wie den gemeinen **Fischreiher** (A. cinerea) und den **weißen Reiher** (A. aegretta), der die Federn zu den schönen Reiherbüschen liefert, und die **Rohrdommel** (A. stellaris). Aus der Gattung

des Storchs (Ciconia) bemerken wir außer unserem bekannten Hausfreund den indischen Marabu und den afrikanischen Argala, sehr große Störche, die eine Menge lästiger Thiere und Aas verzehren und deren lockere, weiße Schwanzfedern besonders von den Orientalen zu kostbaren Federbüschen verwendet werden. Afrika angehörig sind der große Ibis (Tantalus ibis) und der heilige Ibis (Ibis religiosa), welcher letztere in Aegypten als Vorbote der Nilüberschwemmung verehrt und sehr häufig als Mumie einbalsamirt wurde. Durch seinen vorn plattgedrückten Schnabel ausgezeichnet ist der Löffelreiher (Platalea) und durch sehr hohe Beine, einen außerordentlich langen Hals und schön rosenrothes Gefieder mit carminrothen Flügeln der Flamingo (Phoenicopterus).

Kleinere Vögel sind die aus der Familie der Strandläufer (Charadriadae), die meist an den Ufern der Gewässer ihre Nahrung suchen, wie der Goldregenpfeifer (Charadrius), der Kibitz (Vanellus), der Steinwälzer (Strepsilas), der Austernfischer (Haematopus), der Strandreiter (H. rufipes) und der Säbler (Recurvirostra) mit langem, aufwärts gekrümmtem Schnabel

Die Familie der Schnepfen (Scolopacidae) bedient sich eines langen biegsamen und empfindlichen Schnabels zum Aufsuchen von Gewürm und Schnecken im Schlamm. Darunter sind die grünbeinigen Wasserläufer (Totanus glottis und stagnatilis), die Waldschnepfe (Scolopax rusticola), die Bekassine (Sc. media) und der Strandläufer (Tringa) der Seeküsten.

Die Wasserhühner (Rallidae), welche ganz an und auf den Gewässern leben und ebenso gut schwimmen als tauchen, erscheinen durch diese Eigenschaften den eigentlichen Schwimmvögeln sehr genähert. Man rechnet hierher die Wasser-Ralle (Rallus aquaticus), die Rohrhühner (Gallinula), worunter der Wachtelkönig (G. grex) und das grünbeinige Rohrhuhn (G. cloropus), das schöne Sultanshuhn (Porphyrio), den durch sehr lange Zehen und einen spitzen Sporn am Flügel ausgezeichneten Spornflügel (Parra) und das auf allen Teichen und Seen gemeine schwarze Wasserhuhn oder Bläßhuhn (Fulica atra).

Sechste Ordnung: Schwimmvögel; Natatores.

§. 121. Diese Vögel haben kurze Läufe und Schwimmfüße, deren Zehen durch eine Schwimmhaut verbunden sind. Ihr Gefieder ist sehr dicht und ein starker Flaumenpelz gewährt denselben Schutz gegen Wasser und Kälte. Die meisten leben fast nur mit Ausnahme der Brütezeit auf dem Wasser und nähren sich hauptsächlich von Fischen, wovon ihr Fleisch einen Thrangeschmack erhält. Sie bilden mehrere Familien, worunter:

Die Taucher (Colymbidae), die ihren Namen der Geschicklichkeit im Tauchen verdanken, wie der Haubentaucher (Colymbus cristatus) und der Seetaucher (Col. septentrionalis). Der Polarzone angehörig sind die ungeschickt

gehenden Alken (Alca), nämlich der große Alk oder nordische Pinguin (A. impennis), die Lumme (Uria troile), der Krabbentaucher (Mergulus) und der Papageitaucher (Mormon).

Den Meeren der südlichen Halbkugel angehörig sind die Fettgänse oder Pinguine, mit ganz kurzen, der Schwungfedern entbehrenden Flügeln und sehr kurzen und weit hinten stehenden Füßen, so daß sie ganz aufrecht und sehr unsicher einherwatscheln. Ein dichter Federpelz und reichlicher Thrangehalt macht die patagonische Fettgans (Aptenodytes) werthvoll für die Bewohner von Feuerland und Vandiemensland.

Große und durch Flugvermögen ausgezeichnete Vögel hat die Familie der Pelikane (Pelecanidae), worunter die Kropfgans (Pelecanus onocrotalus), deren rothe Schnabelspitze die Sage veranlaßte, daß sie sich im Nothfall zur Ernährung der Jungen die eigene Brust aufritze; der Seerabe oder Cormoran (Halieus carbo), auch Scharbe genannt; der Fregattvogel (Tachypetes), der Tropikvogel (Phaeton).

Durch lange spitze Flügel und großes Flugvermögen zeichnen sich die Schaaren der Möven (Laridae) aus, welche die Luft des Meeres und seine Küsten beleben, wie die Seeschwalbe (Sterna hirundo), die Bürgermeister-Möve (Larus glaucus), die Silbermöve (L. argentatus), die Sturmmöve (L. canus) und die Raubmöve (Lestris). Von Vögeln dieser Familie rührt der unter dem Namen Guano berühmte Dünger her.

Von den Sturmvögeln (Procellaria) bemerken wir den thranspeienden nördlichen (P. glacialis), den St. Petersvogel (P. pelagica) und den Albatroß (Diomedea).

Am nützlichsten ist jedoch die Familie der Enten (Anatidae) durch die uns gelieferten Bett- und Schreibfedern, Eier und Braten. Darunter unsere bekannte Gans (Anser cinereus), die Retterin des Capitols, der Schwan (Cygnus olor) und die vielen Arten der Enten, wie die wilde Ente (Anas Boschas), die Eiderente (Anas molissima) und der Sägetaucher (Mergus).

Dritte Klasse: Lurche; Amphibia.

§. 122. Die Thiere dieser Klasse haben eine entweder unbekleidete oder mit Schuppen und Tafeln besetzte Haut. Ihre Nase öffnet sich in den Schlund, und sie ziehen durch dieselbe Luft ein zum Athmen. Viele derselben haben in ihrer frühen Jugend äußerlich sichtbare Kiemen, die später abgelegt werden, bei manchen jedoch bleiben. Ihr Ohr, obwohl ausgebildet, ist nach außen verschlossen.

Das Blut der Lurche hat keine höhere Wärme als die ihrer Umgebung; ihre Muskel sind roth gefärbt, durch Häute in Bündel gesondert und besonders stark entwickelt, so daß diese Thiere großer Kraftanstrengungen fähig sind. Merkwürdig ist zugleich ihr Reproductionsvermögen, d. h. ihre Fähigkeit, manche Theile wieder zu erzeugen, die ihnen abgeschnitten worden sind. Die Stimme ist ihnen fast ebenso wenig verliehen als den Fischen, denn mit Ausnahme des

Zischens der Schlangen und des unmelodischen Gesanges der Frösche ist diese Klasse der Sprache beraubt.

Hinsichtlich der äußeren Form herrscht bei den Lurchen große Verschiedenheit, da sie ohne alle Füße, wurmförmig, mit 2 und mit 4 Füßen vorkommen. Ihre Vermehrung geschieht mit wenigen Ausnahmen durch Eier. Doch erzeugen sie nie eine Nachkommenschaft von der außerordentlichen Anzahl, wie dies bei den Fischen der Fall ist. Auch finden wir bei denselben eine auffallend geringe Mannichfaltigkeit der Gattungen, deren im Ganzen etwa 1270 gezählt werden. Doch Viele häuten sich öfter und ändern dabei ihre Gestalt oder Farbe, so daß sie eine an die Insecten erinnernde Art von Verwandlung durchmachen.

Der Eindruck, welchen die Lurche erregen, ist fast durchgehends ein zurückstoßender, was theils darin liegen mag, daß sie ein einsames Leben führen und beständig etwas Lauerndes haben, da sie alle von kleineren lebendigen Thieren leben, die sie nicht bekämpfen, sondern überfallen. Auch ist dies die einzige Thierklasse, in welcher bei mehreren Thieren tödtliches Gift angetroffen wird. Ebenso ist ihr Körper oft dadurch widerlich, daß er dem eines höheren Thieres zwar ähnlich, aber nackt ist. Dazu kommt noch, daß sie ungesellig sind, keine Kunsttriebe, keine Anhänglichkeit an ihre Jungen zeigen und verhältnißmäßig geringen Nutzen gewähren.

Eintheilung der Lurche. §. 123.

A. Herz mit 2facher Vorkammer; unvollständig geschiedene Herzkammer; keine Verwandlung; Haut mit Schuppen oder Platten bekleidet.			B. Einfaches Herz; Verwandlung; Kiemen; nackte Haut.
1. Schildkröten, Chelonii.	2. Eidechsen, Sauri.	3. Schlangen, Serpentes.	4. Frösche, Batrachiae.
4füßig; unbewegl. verwachsene Rippen; breites Brustbein; zahnlos.	4füßig (selten 2füßig oder fußlos); Rippen beweglich; Unterkiefer verwachsen.	Fußlos; keine Augenlieder; Rippen bewegl.; kein Brustbein; Unterkiefer durch Knorpel verbunden.	4füßig (selten 2füßig oder fußlos); Rippen verkürzt oder fehlend.

Erste Ordnung: Schildkröten; Chelonii.

§. 124. Wir finden hier die Eigenthümlichkeit, daß die sehr breit werdenden Rippen sowohl unter sich, als auch jederseits in der Mitte mit dem ebenfalls sehr ausgebreiteten Brustbein zu einem Schilde verwachsen sind, in welchem das Thier

wie in einem Panzer steckt, der mehr oder weniger vollständig schließt und [illegible] weder mit Hornplatten oder lederartiger Haut bekleidet ist. Sie sind die [illegible] lichsten Lurche, sowohl durch ihr wohlschmeckendes und nahrhaftes Fleisch, [illegible] auch durch ihre Eier von gleichen Eigenschaften. Sie finden sich an manch[en] Orten, wo sie wenig gestört werden, mitunter in sehr beträchtlicher Menge. [illegible] mehreren wird das Schild unter dem Namen von Schildkrott oder Schil[d]padd verarbeitet. Erwähnung verdienen: die gemeine oder europäische Land[-]schildkröte (Testudo graeca); die geometrische (T. geometrica); die Do[-]senschildkröte (Cistudo); die Sumpfschildkröte (Emys) des Orenn[oco], kommt in großen Schaaren nach der sogenannten Schildkröteninsel, um ihre Eier abzulegen, von denen Millionen eingesammelt und zu Oel u. s. w. benutzt wer[-]den; die europäische Sumpfschildkröte (E. europaea); die sehr räuberischen und gefräßigen Flußschildkröten (Aspidonectes) mit lederartigem Schilde; die Meeresschildkröten, worunter die Riesenschildkröte (Chelonia mi[-]das) 6 bis 7 Schuh lang und bis 8 Centner schwer wird. Sie hat ein sehr wohlschmeckendes Fleisch, das zur Bereitung der Schildkrötensuppe dient. Die ächte Carret-Schildkröte (Ch. imbricata) liefert das beste Schildkrott oder Schildpadd, während das der gemeinen Carette (Ch. caretta) weniger ge[-]schätzt wird.

Zweite Ordnung: Eidechsen; Sauri.

§. 125. Von den drei Unterabtheilungen, in welche die Eidechsen zerfallen, nennen wir zuerst die Panzereidechsen (Loricati), deren Körper mit verknöcherten Schildern bedeckt ist. Dahin gehört die Familie der Krokodile (Crocodilus), mit den größten und im Wasser höchst gefährlichen Lurchen, die in ihrem ganzen inneren Bau den Säugethieren sehr genähert sind. Am bekanntesten ist das 20 bis 30 Fuß lang werdende Nilkrokodil (C. vulgaris), von dem das ostindi[-]sche Krokodil oder Gavial (C. gangeticus) durch seine sehr lange und schmale Schnauze sich auszeichnet. Das amerikanische Krokodill heißt Alligator oder Kaiman (C. lucius) und hat eine breite Hechtschnauze.

Versteinert findet man die Skelette krokodilartiger Thiere mit flossenartigen Füßen, die zum Theil die ungeheure Größe von 30 bis 50 Fuß erreichten, wie die Fischeidechse (Ichthyosaurus) und die Halseidechse (Plesiosaurus) mit 90 Wirbelbeinen.

Die Abtheilung der Schuppeneidechsen (Squammati) begreift die Fami[-]lie der Warneidechse (Monitor niloticus), nützlich durch Vertilgung der Eier und Jungen des Krokodils, sodann die in Guiana vorkommende, krokodilähnliche 5 Fuß lang werdende Panzereidechse (Thorictis dracaena), sowie unsere ge[-]wöhnlichen grünen und grauen Eidechsen (Lacerta viridis und agilis), harm[-]lose, muntere Thierchen. Eine merkwürdige Erscheinung ist das Chamäleon (Chamaeleo africanus), durch den starken Farbenwechsel seiner Haut, die sprich[-]wörtlich geworden ist.

Durch eine dicke fleischige Zunge zeichnen sich aus der fliegende Drache (Draco volans), eine kleine, mit Flughaut versehene Eidechse Javas, der sonderbar gestaltete Basilisk (Basilicus mitratus), der Leguan oder die Kammeidechse (Iguana), welcher mehrere Fuß lang ist und gegessen wird, die zierlichen, lebhaft gefärbten Anolis (Anoli), die Sterneidechse (Stellio) und endlich die Gäker (Gecko), nächtliche, langsame Thiere mit eigenthümlichen Blättchen an den Zehen, so daß sie leicht an den Wänden kriechen können. Ihr Name deutet an, daß sie die einzigen mit Stimme versehenen Eidechsen sind, von welchen nur eine Art (Platydactylus) in Südeuropa vorkommt.

Eine kurze, an der Spitze meist aufgeschnittene Zunge finden wir bei den folgenden, die häufig durch Verkümmerung der Glieder ein ganz schlangenähnliches Ansehen erhalten: die Panzerschleiche (Pseudopus), ohne Vorderfüße und mit stummelartigen Hinterfüßen, die zerbrechliche Glasschleiche (Ophiosaurus), der früher in Apotheken gebräuchliche Skink (Scincus) und endlich unsere gemeine Blindschleiche (Anguis fragilis), die lebendige Junge hervorbringt und nach ihrem ganzen inneren Bau keineswegs zu den Schlangen zu rechnen ist, wozu man auf den bloßen Anblick berechtigt wäre.

Die letzte und kleinste Abtheilung bilden die Ringeleidechsen (Annulati) mit schuppenloser Haut, worunter die Doppelschleichen (Amphisbaena) und mehrere andere schlangenähnliche Eidechsen gehören.

Dritte Ordnung: Schlangen; Serpentes.

§. 126. Die Schlangen zeigen in ihrem Bau eine große Uebereinstimmung. Ihr Kopf ist klein, allein das Maul meist sehr erweiterbar, indem die Knochen, welche die Kiefer bilden, nicht verwachsen, sondern durch dehnbare Knorpel verbunden sind. Sie können deshalb Gegenstände verschlingen, welche dicker sind als sie selbst. Mehrere derselben sind mit hohlen Giftzähnen versehen, die aus einer Drüse das flüssige Gift erhalten, welches beim Biß in die Wunde entleert wird und häufig tödtlich ist. Die Schlangen häuten sich öfter, und gehören der Mehrzahl nach den heißen Klimaten an. Als die wichtigsten bemerken wir:

Die südamerikanische Wickelschlange (Ilysia scytale), schön korallenroth mit schwarzen Bändern, und die Walzenschlange (Cylindrophis). Die Ungeheuer dieser Ordnung sind die Riesenschlangen (Boa), zwar nicht giftig, aber von ungemeiner Stärke und durch Umschlingung selbst größere Thiere erdrückend. Sie werden 30 bis 40 Fuß lang. In Brasilien leben der Königsschlinger (Boa constrictor) und der Wasserschlinger oder Anakonda (B. marina), während häufiger bei uns herum geführt werden die aus Ostindien kommenden Tigerschlangen (Python tigris und bivittatus).

Unschädliche, in Deutschland nicht seltene Schlangen sind die Nattern (Coluber), wie die gemeine Ringelnatter (C. natrix), stahlgrau, mit weißen und schwarzen Flecken am Bauch und gelblichem Halsring, die gelbliche Natter

(C. flavescens), 3 bis 5 Fuß lang werdend und besonders häufig in dem na[ch] ihr benannten Schlangenbad. Eine der schönsten Schlangen Südamerikas i[st] die grüne Baumschlange (Dryophis).

Unter den Giftschlangen (Venenosi) finden wir die im indischen Ocea[n] beobachteten Seeschlangen (Pelamys und Hydrophis) mit breit zusammenge[-] drücktem, als Ruder gebrauchtem Schwanze, und in Brasilien die zinnoberrothe, schwarz und weiß geringelte Giftnatter (Elaps corallinus). Als eine de[r] gefährlichsten Schlangen, die in Indien theils im Götzendienst, theils in den Händen der Gaukler eine große Rolle spielt, ist die Hut- oder Brillen-schlange (Naja tripudians) anzuführen. Gereizt richtet sie die Halsrippen zu einer Art von Kragen oder Hut hinter dem Kopfe auf. Theils durch Entleerung der Giftzähne, indem man die Schlange wiederholt in Tuch beißen läßt, theils durch einen Druck auf das Gehirn verstehen es die Gaukler dieselbe unschädlich zu machen.

Bei uns kommt vor die gemeine oder Kreuzotter (Vipera berus), bis 2 Fuß lang, grau, mit über den Rücken hinlaufendem schwarzbraunen Zickzackband. Ihr Biß ist tödtlich für kleinere Thiere, unter Umständen jedoch auch dem Menschen gefährlich, daher Aussaugen, Schneiden oder Brennen der Wunde räthlich. Die gemeinsten und gefährlichsten Giftschlangen der Antillen und Brasiliens sind die Lanzenschlangen (Trigonocephalus). Nicht minder zu fürchten sind die Klapperschlangen (Crotalus horridus in Südamerika und C. durissus in Nordamerika), deren beim Häuten hängen bleibende und vertrocknende Schwanzringel ein eigenthümliches Geräusch bei der Bewegung verursachen. Die der Klapperschlange zugeschriebene erstarrende Verzauberung kleinerer Thiere soll von einem durch sie verbreiteten heftigen Geruche herrühren.

Vierte Ordnung: Frösche; Batrachiae.

§. 127. Die froschartigen Lurche haben eine nackte Haut, und entweder keine oder verkümmerte Rippen. Sie kommen unentwickelt, in einem fischähnlichen Zustande aus dem Ei, mit äußerlich anhängenden Kiemen, und erhalten ihre vollkommene Gestalt erst in Folge mehrerer Verwandlungen oder Häutungen. Bei manchen bleiben die Kiemen für die ganze Lebensdauer.

Die erste Abtheilung dieser Ordnung wird von den Ungeschwänzten oder eigentlichen Fröschen (Ecaudata) gebildet, die keine Spur von Rippen und meist sehr lange Hinterfüße und daher eine hüpfende Bewegung haben. Wir finden hier die Wabenkröte (Pipa americana), welche ihre Eier und Jungen eine Zeit lang auf dem Rücken trägt; den zierlichen grünen Laubfrosch (Hyla arborea), der häufig in Gläsern gehalten wird, weil das an seiner schwarzen Kehle kenntliche Männchen bei bevorstehendem Regen ein Geschrei hören läßt. Häufig bei uns sind der braune Grasfrosch (Rana temporaria) und der grüne Wasserfrosch (R. esculenta), deren schwarze, vom Schleim umgebene

Eier in Klumpen als sogenannter Froschlaich in's Wasser gelegt werden. Die ausschlüpfenden geschwänzten und fußlosen Frösche heißen Kaulquappen oder Dickköpfe und verwandeln sich nach einigen Wochen. Die Schenkel des grünen Wasserfrosches werden gegessen. Von auswärtigen bemerken wir den Leuchtfrosch (R. micans), den Ochsenfrosch (R. mugiens), den Hornfrosch (R. cornuta). Den Uebergang zu den Kröten bilden die Feuer-Unke (Bombina) die Ammenkröte (B. obstetricans), welche die Eier eine Zeit lang um das Bein gewickelt herumträgt. Die Kröten legen in lange Schnüre gereihte Eier, und halten sich mehr auf dem Lande auf. Sie sind plumpe, langsame nächtliche Thiere, mit meist häßlichem warzenbedecktem Leib, aber schön in Gold eingefaßten Augen. Obgleich fast alle häßlich nach Knoblauch riechen und schaumigen Schleim absondern, so ist doch keine giftig. Die bekanntesten sind die Wasser- oder Knoblauch-Kröte (Bufo fuscus), die gemeine Landkröte (B. cinereus), die Rohr- oder Kreuzkröte (B. calamites) und die Riesenkröte (B. gigas).

Die zweite Abtheilung der froschartigen Lurche wird von den geschwänzten Molchen (Caudata) gebildet. Dieselben verlieren entweder nach der Häutung ihre Kiemen, was der Fall ist beim Erdmolch (Salamandra), der schwarz und gelb gefleckt ist und fälschlicher Weise für höchst giftig gehalten wird, und beim Wassermolch (Triton) mit kammartig ausgezackter über den Rücken laufender Haut, oder sie behalten die Kiemen oder eine Kiemenspalte lebenslänglich, wie der Aalmolch (Amphiuma), der Kiemenmolch oder Axolotl (Siredon), der in den unterirdischen Gewässern der Adlerbergerhöhle in Krain lebende Olm (Proteus anguineus) und der Armmolch (Sirene).

Die letzte Abtheilung besteht aus fußlosen wurmähnlichen Thieren, die Blindwühler (Caecilia) heißen, weil ihre Augen ganz unter der Haut versteckt sind, und welche in Amerika und Java vorkommen.

Vierte Klasse: Fische; Pisces.

§. 128. Die Fische sind ausschließlich Bewohner der Gewässer. Sie athmen nicht durch die Nase, welche ohnehin mit dem Gaumen in keiner Verbindung steht, sondern durch die Kiemen. Letztere sind häutige, von vielen Gefäßen durchzogene Blätter, welche zu beiden Seiten des Kopfes liegen und von den Kiemendeckeln nur bedeckt sind. Beim Athmen fließt das durch den Mund eingeschluckte Wasser zwischen den Kiemen hindurch aus den Kiemenspalten wieder hervor. Auf diesem Wege kommt die in den Wasser aufgelöst enthaltene Luft mit den Blutgefäßen in Berührung und dies reicht hin, das Athmen der Fische zu unterhalten, so daß sie nicht genöthigt sind, deshalb an die Oberfläche des Wassers heraufzusteigen.

Das Blut der Fische ist roth gefärbt, allein seine Wärme übertrifft nicht die des Wassers, worin sie leben. Ein besonderes Organ ist die bei den meisten

Fischen anzutreffende, mit Luft erfüllte Schwimmblase, welche sie durch besondere Muskel zusammendrücken und erweitern können, wodurch der Umfang des Fisches vermindert oder vergrößert wird, so daß er im ersten Falle im Wasser sinkt, im zweiten aufsteigt. Die Muskel der Fische sind weiß und nicht durch Häute in viele einzelne Bündel gesondert, ihre Bewegungen sind daher auch unvollkommen.

Das Skelet der Fische ist noch nicht vollständig ausgebildet. Es fehlen namentlich deutliche Glieder, statt welcher die Flossen vorhanden sind. Die Beschaffenheit und Stellung dieser dient hauptsächlich zur Unterscheidung und Eintheilung der Fische. Man unterscheidet Hals-, Brust-, Rücken-, Bauch- und Schwanzflosse, ferner Haut-, Strahlen- und Stachelflossen, und stellt den Fisch um so höher, je mehr Zahl und Stellung seiner Flossen den Gliedern der höhern Thiere entsprechen

Die Haut der Fische ist entweder nackt oder mit Schuppen oder mit hornigen Tafeln bedeckt, auf welchen letzteren häufig Höcker, Nägel und Stacheln vorkommen. Ihre Vermehrung geschieht durch Eier, welche man bei den Weibchen in großer Anzahl (beim Häring 40,000, beim Stockfisch 400,000) antrifft, und Laich oder Rogen nennt, daher laichen so viel als Eier legen bedeutet. In den Männchen trifft man das sogenannte Milch und nennt sie Milchner. Der Nutzen der Fische ist ungemein groß, denn abgesehen davon, daß sie fast ohne Ausnahme eßbar sind, benutzen wir von denselben die Knochen oder Gräten, die Schuppen, die Haut, die Schwimmblase und das Fett.

§. 129. Eintheilung der Fische.

A. Knorpelfische. Skelet knorpelig.			B. Grätenfische. Skelet knochenartig			
Brust und Bauchflossen			Knochen der Oberkinnlade			
vorhanden		fehlen	unbeweglich verwachsen	beweglich		
				Kiemen büschelförmig	Kiemen kammförmig	
1. Ordn. Quermäuler.	2. Ordn. Freikiemer.	3. Ordn. Rundmäuler.	4. Ordn. Haftkiemer.	5. Ordn. Büschelkiemer.	6. Ordn. Weichflosser.	7. Ordn. Stachelflosser.

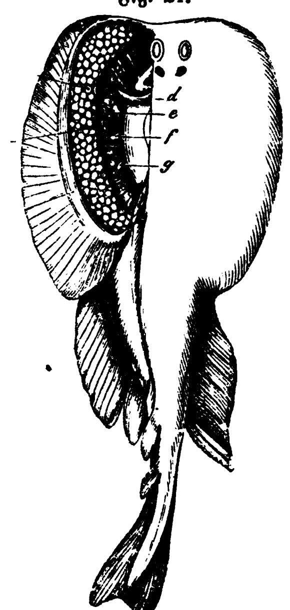
Erste Ordnung: Quermäuler; Plagiostomi.

Es gehören hierher die gefräßigsten Ungeheuer der Meere, die Haie (Squalus), worunter der Menschenhai (S. carcharias) und der 40 Fuß lang werdende Riesenhai (S. maximus). Das Maul der Haie ist mit einer großen Anzahl selbst auf der Zunge stehender spitzer Zähne furchtbar bewaffnet und Tage lang folgen sie lauernd den Schiffen. An vielen Orten (z. B. im Rheinthal bei Alzei) findet man Tausende von Zähnen vorweltlicher Haie, vom Landvolk irrig als Schlangenzungen bezeichnet. (S. Figur 20.) Der röthliche und gefleckte Hundshai (S. canicula) wird nur zwei Fuß lang. Der Sägehai (S. pristis) ist durch seine verlängerte, sägeartig gestaltete Schnauze und der Hammerhai (Zygaena malleus) durch seine sonderbare Gestalt ausgezeichnet. Die höckerige Haut der Haie wird als Chagrin benutzt und die Leber zu Thrangewinnung. Die Familie der Rochen (Raja) zeichnet sich besonders durch ihre plattgedrückte, scheibenartige Gestalt aus, und die Dornen und Stacheln, womit einige ganz gefährlich besetzt sind. Wohlschmeckend ist der Glattrochen (R. batis) der Nordsee, und besonders merkwürdig wegen seiner elektrischen Eigenschaften der Zitter-Rochen (Torpedo), dessen elektrisches Organ in einer Menge von zelligen Säulchen besteht, die in Fig. 21 zum Theil bloßgelegt sind. §. 130.

Fig. 20.



Fig. 21.



Zweite Ordnung: Freikiemer; Eleutherobranchi.

In dieser kleinen Ordnung finden wir einige der nützlichsten Fische, nämlich den Stör (Accipenser Sturio) und den Hausen (Acc. huso), die sich sowohl durch ihr schmackhaftes Fleisch auszeichnen, als auch durch große Schwimmblasen, die unter dem Namen der Hausenblase einen bedeutenden Handelsartikel ausmacht, sowie der eingesalzene Rogen oder Caviar. Die Fische steigen aus dem kaspischen und schwarzen Meer in die dahin mündenden Flüsse und ihr Fang wird besonders von den donischen Kosacken betrieben. Selten sind sie im Rhein. §. 131.

Dritte Ordnung: Rundmäuler; Cyclostomi.

§. 132. Die Kiemen dieser unvollkommensten Fische öffnen sich nach außen in eine Reihe von Löchern und ihr rundes Maul dient zum Festsaugen. Dahin gehören die Lamprete (Petromyzon marinus) und das Neunauge (P. fluviatilis) oder Pricke genannt, die häufig in den norddeutschen Flüssen gefangen und eingemacht wird; der Querder (P. branchialis) mit versteckten Augen und der schleimabsondernde und blinde Schleimfisch (Myxine).

Vierte Ordnung: Haftkiefer; Pectognathi.

§. 133. Wir finden hier sonderbar gestaltete, bald kugelförmige, bald klumpige Fische, deren Haut häufig mit Stacheln besetzt ist. Einige können ihren Körper aufblasen und dann wie schwimmende Kugeln auf dem Wasser sich umhertreiben, andere lassen einen knurrenden Laut hören. Man trifft sie nur in den tropischen Meeren. Wir bemerken den Igelfisch (Diodon), den Stachelbauch (Tetrodon), den schwimmenden Kopf (Orthagoriscus mola), den mit eckigen Platten gepanzerten Kofferfisch (Ostracion) und den Einhornfisch (Balistes monoceros).

Fünfte Ordnung: Büschelkiemer: Lophobranchi.

§. 134. Fische mit engem zahnlosen Maul, meist nur aus Knochen und Haut bestehend und ebenso wie die der vorigen Familie mehr ihrer sonderbaren Gestalt als ihres Nutzens wegen bemerkenswerth. Sie sind meist wurmförmig, als Beispiele dienen: der Nadelfisch; das Meerpferdchen (Syngnathus hippocampus); der Meerdrache; der Pfeifenfisch.

Sechste Ordnung: Weichflosser; Malacopterigii.

§. 135. Diese Ordnung, die größte von allen, umfaßt die wichtigsten Familien, sowohl der Meer- als Flußbewohner, deren Fang und Versendung viele Tausende von Menschen beschäftigt. Wir machen den Anfang mit der Familie der Salme (Salmo), welche zwei kleine, von einander gerückte Rückenflossen haben, deren hintere ohne Strahlen, also häutig ist. Ihr Maul ist weit und meist mit hakigen Zähnen besetzt. Die Meeresbewohner gehen zur Laichzeit in die Flüsse. Geschätzt ist der gemeine Salm oder Lachs (Salmo salar), der aus den nördlichen Meeren besonders in den Rhein heraufsteigt und da häufig gefangen wird. Er ist berühmt wegen seines wohlschmeckenden röthlichen Fleisches und wird Lachs genannt, wenn er geräuchert ist; die Seeforelle (S. lacustris) bewohnt die großen Seen der Schweiz; die Bachforelle (Salmo trutta) ein sehr wohlschmeckender, mit Tüpfeln schön gezeichneter Fisch, der in klaren, kalten

Gebirgswassern sich aufhält; der Capellin (Mallotus), ein kleiner Meeresbewohner, der oft in ungeheurer Menge erscheint und als Hauptnahrung des Stockfisches wichtig ist; die Aeschen (S. thymallus), wohlschmeckender Donaufisch; die Fölchen und Gangfische (S. lavaretus und maraenula) sind im Bodensee sehr gemein und werden daher getrocknet in den Handel gebracht.

Die Familie der Häringe erhält eine große Wichtigkeit durch den gemeinen Häring (Clupea harengus), dessen Aufenthalt das Nordmeer ist, und der von den Häringfängern in ungeheurer Menge gefangen wird, seitdem der Holländer Beukel 1397 das Einsalzen desselben erfand. Man schätzt die Anzahl derer, die jährlich gefangen werden, auf 1000 Millionen und nicht weniger werden von Raubfischen verschlungen. Der Anschovi (Clupea enchrasicholus) und Sardellen (Clupea Sardina) werden im mittelländischen Meere gefangen; der Maifisch (C. alosa) oder Alse steigt im Frühjahr die Flüsse herauf und hat ein zärtliches, leicht verderbendes Fleisch voller Gräten, dessen Genuß leicht Fieber verursacht.

Aus der Familie der Hechte sind die meisten Fische wenig bekannte und bedeutende Meeresbewohner, wie der Flösselhecht, der Spießhecht, der Knochenhecht, der Hornhecht, der Stutzhecht u. a. m. Einer der beliebtesten Flußfische ist dagegen der gemeine Hecht (Esox lucius) mit breitem, niedergedrücktem Kopfe und schwarz getüpfelten Flossen. Er ist ein gefräßiger Raubfisch, der ein großes Alter und alsdann eine Länge von 4 bis 8 Fuß und ein Gewicht von 12 bis 40 Pfund erreicht. Seine sonderbar gestalteten Knochen des Kopfes hat man mit den Marterwerkzeugen Christi verglichen. Durch sehr lange Brustflossen ist der in den europäischen Meeren vorkommende fliegende Hecht (Exocoetus volans) im Stande, auf kurze Zeit sich in die Luft zu erheben.

Auch die Karpfen stehen an der Spitze einer Familie, deren Glieder große, leicht abfallende Schuppen, ein meist ganz zahnloses Maul, keine Stacheln am Kiemendeckel haben und gern im Schlamm vom Gewürm leben.

Im süßen Wasser finden wir: die Schmerle oder Flußgrundel (Cobitis); die Bartgrundel; die eigentlichen Karpfen (Cyprinus) mit sehr vielen Arten, worunter die Ellerütze; die Bachkresse (C. gobio); die Barbe (C. barbus); die Schleihe (C. tinca); sodann die vielen Arten der Weißfische, worunter das Rothauge (C. rutilus) und die am Rhein sogenannten Schneiderlein (C. alburnus), 3 bis 4 Zoll lange Fische, deren sehr kleine silberglänzende Schuppen zerrieben zum Füllen der Glasperlen dienen; die Karausche (C. carassius); der Goldkarpfen (C. auratus), der aus China bei uns eingeführt ist und häufig in Becken gehalten wird; der gemeine Karpfen (C. carpio), einer der gewöhnlichsten und wohlschmeckendsten unserer Süßwasserfische.

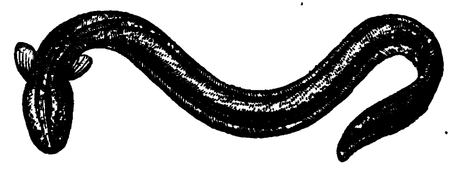
Der größte unserer Fische, der Wels (Silurus glanis), ist das Oberhaupt einer Familie, aus der wir noch den Zitterwels (S. electricus) des Nils und den Panzerwels anführen.

Die zur Familie des Schellfisches (Gadus) gehörigen Fische sind meist walzenförmig, nackt oder mit sehr dünnen Schuppen besetzt; sie kommen nur im Meere vor und zeichnen sich durch ihr wohlschmeckendes Fleisch aus, wodurch sie für uns die größte Bedeutung haben. Vor allen bemerken wir das Geschlecht der Trüschen (Gadus), worunter die Meertrüsche, die Flußtrüsche (G. lota), auch Quappe oder Aalraupe genannt; und der Schellfisch (G. aeglefinus). Der Kabeljau (G. morrhua) ist einer der nützlichsten Fische, der theils frisch verbraucht wird, theils getrocknet unter dem Namen Stockfisch in ungeheurer Menge in den Handel kommt. Der eingesalzene Kabeljau wird Laberdan, gesalzen und getrocknet, Klippfisch genannt und aus der Leber desselben wird der Leberthran gewonnen. Fische, die dem Kabeljau sehr ähnlich sehen und in derselben Weise verwendet werden, sind: der Dorsch, der Leng und der kleine Stockfisch (G. merlucius). Ein noch zarteres Fleisch haben jedoch die auf der Seite liegend schwimmenden Schollen (Pleuronectes), zungen- oder sohlenförmige Fische, worunter die Zungen-Scholle (Pleuronectes solea); der Steinbutt oder Türbott (Pl. maxima) und die gemeine Scholle oder Platteis (Pleur. platessa).

Eine besondere Eigenthümlichkeit bietet der Schiffhalter (Echineis) dar durch die auf seinem flachen Kopfe befindlichen Knorpelplatten, vermittelst welcher er sich am Kiel der Schiffe und anderen Gegenständen festzuhalten vermag.

Ausgezeichnet ist die Familie der Aale durch einen schlangenförmigen, schuppenlosen Leib, der mit Schleim überzogen und daher sehr schlüpfrig ist. — Ihre Flossen sind sehr klein, zum Theil fehlend. Die bekannteren sind: der Fluß-Aal (Muraena anguilla); der Meer-Aal (M. helena), beide sehr wohlschmeckende Fische; der in Südamerika vorkommende Zitter-Aal (Gymnotus electricus, Fig. 22). Meeresbewohner sind: der Sand-Aal (Ammodytes), der

Fig. 22.



an der Nord- und Ostsee in den Sand sich eingräbt und von den Fischern als Köder an der Angel benutzt wird, der Schlangenfisch, der Bandfisch, der Sensenfisch.

7. Ordnung: Stachelflosser; Acanthopterigii.

§. 136. Nächst der vorhergehenden umfaßt diese Ordnung eine reiche Auswahl von Fischen, welche durch die in den Rückenflossen vorkommenden Stacheln sich auszeichnen. Die große Mehrzahl derselben sind mehr oder weniger seltene Bewohner des Meeres. Als besonders bemerkenswerth nennen wir den Seewolf

(Anarrhichas lupus), einen gefräßigen 6 bis 7 Fuß lang werdenden, den Isländern nützlichen Fisch und den in Venedigs Lagunen anzutreffenden Go oder Meergrundel (Gobius), der seine Eier mit Sorgfalt hüten soll. Durch ihre sonderbare Gestalt zeichnen sich aus der Spinnenfisch, der häßliche Seeteufel (Lophius), die Seefledermaus und der Froschfisch, während die Papageifische (Scarus) und Meerbrassen (Sparus) durch Farbenpracht und eigenthümliche Zeichnung auffallen

Einer unserer wohlschmeckendsten Flußfische ist dagegen der Barsch (Perca fluviatilis) mit rothen Brust-, Bauch- und Schwanzflossen und mit schwarzen Querstreifen über den dunkelgrünen Rücken. Erwähnenswerthe Flußfische sind ferner der Zingel, der Sander (Lucioperca), der Kaulbarsch oder Schroll (Acerina cernua).

Von den Schlemmern des alten Roms wurde wegen seiner prächtigen rothen Farbe und seines Wohlgeschmackes sehr geschätzt der Rothbart (Mullus surmuletus) und oft mit ungeheuren Preisen (500 Gulden) bezahlt, während der Sterngucker (Uranoscopus) den Namen von seinen oben stehenden Augen erhielt. Auch fliegende Fische finden wir, nämlich den Knurrhahn (Trigla hirundo) und den Flughahn (Dactyloptera volitans). Ein dem Fischlaich nachstellender und deshalb nachtheiliger kleiner Fisch unserer Gewässer ist der Stichling (Gasterosteus). Wichtiger sind dagegen die Makreelen (Scomber) und besonders der Thunfisch (Thynnus), der über 15 Fuß lang werdend der größte eßbare Seefisch ist und bei seinen Zügen aus dem schwarzen Meere in's Mittelmeer für die Inselbewohner des letzteren Gelegenheit zur gewinnreichen Thunfischjagd giebt. Anderen Seebewohnern gefährlich durch seinen verlängerten Oberkiefer ist der Schwertfisch (Xiphias), und ein beständiger Begleiter des Haies ist der schön blaue Bootsmann oder Lootsenfisch (Naucrates ductor). Mit einem schneidenden Stachel jederseits bewaffnet ist der Chirurg (Acanthurus).

In einer andern Familie finden wir, außer vielen schön gefärbten, gebänderten, gefleckten Arten der tropischen Meere, den Ritterfisch (Ephippus), den Schnabelfisch (Chelmon rostratus) und den Spritzfisch (Toxotes jaculator) in China und Java, die beide vermittelst eines ausgespritzten Wasserstrahles Insecten von den Wasserpflanzen herunterschießen.

Als besondere Merkwürdigkeit ist noch der ostindische Kletterfisch (Anabas), der längere Zeit außer Wasser leben kann, ja selbst mit Hülfe der Kiemen- und Flossenstacheln auf Bäume klettern soll, anzuführen.

Den Schluß bildet der aus dem Mittelmeere in die Flüsse aufsteigende Harder oder Großkopf (Mugil cephalus), ein wohlschmeckender Fisch und der Schnepfenfisch (Centhriscus scolopax).

B. Wirbellose Thiere; Avertebrata.

§. 137. Wir bezeichnen die wirbellosen Thiere mit Recht als die niedere Stufe des Thierreichs, denn wir finden bei denselben nur die für die nothwendigsten Lebensverrichtungen unentbehrlichen Organe entwickelt. Und selbst diese treten unvollständig und häufig so wenig ausgebildet auf, daß viele dieser Thiere lange Zeit Zweifel erregten, ob sie wirklich als solche anzusehen wären.

Der Darm oder Magen, als Organ der Verdauung das Unentbehrlichste, erscheint zuerst. Die niedersten Thiere sind nichts Anderes, als häutige Schläuche mit Verdauungsfähigkeit. Das ganze Thier ist gleichsam Magen. Aber allmälig tritt ein Lebensorgan nach dem andern hinzu, wir erblicken neben dem Darm, der vom übrigen Körper sich sondert, röhrenartige Gebilde, welche der Leber entsprechen, es werden Gefäße mit ungefärbtem Blutinhalt und Nervenknoten sichtbar — kurz alle Organe, die wir beim Menschen als Eingeweide bezeichnen, vereinigen sich bei den vollkommneren wirbellosen Thieren in ziemlicher Vollständigkeit. Daher können sie auch Eingeweide-Thiere genannt werden.

Dagegen fehlt dieser niederen Thierstufe die vollkommene Entwickelung jenes Systems von Knochen, Muskeln und Nerven, mit welchem die höheren Thiere ausgestattet sind, und welches diesen eine Entschiedenheit in Gestalt, Bewegung und Willen verleiht, wie sie den Wirbellosen niemals zukommt.

Auch die Sinne, welche allein das Thier mit seiner Umgebung in lebendige Wechselbeziehung setzen und ohne welche es der Pflanze viel näher gerückt erscheint, die ebenfalls nur mit Ernährungsorganen ausgestattet und der Sinne entbehrend auf sich selbst angewiesen ist, sind hier meist nur höchst dürftig ausgebildet oder gänzlich fehlend.

§. 138. Die weiche Masse der Eingeweide, welche den Körper der wirbellosen Thiere ausmachen, ist jedoch vielfach gegen die von außen störend und vernichtend auf sie wirkenden Eingriffe geschützt. Theils sind sie von zähen, knorpeligen oder hornigen Hautgebilden ringartig eingeschlossen, theils sondert die Haut auf ihrer Oberfläche einen Ueberzug von Kalk ab, der als schützende Schale das zarte Thiergebilde einschließt. Aber gerade die weiche Beschaffenheit dieser Thiere weist der Mehrzahl derselben ihren Aufenthalt in den Gewässern an.

Als ein besonderes Merkmal dieser ganzen Thierstufe ist die Kleinheit der ihr angehörigen Wesen hervorzuheben. Die Mehrzahl derselben erreicht eine kaum sichtbare Größe, und die Riesenmuscheln und großen Tintenfische sind die einzigen, welche durch ihren Umfang unsere Aufmerksamkeit erregen.

Was jedoch diese Thiere an Größe und vollkommener Entwickelung entbehren, scheint ihnen ersetzt zu sein durch die erstaunliche Mannichfaltigkeit ihrer Arten und die ungeheure Anzahl ihrer Individuen. Die Natur scheint uns hier in unzähligen, immer neuen Beispielen zeigen zu wollen, mit welcher Leichtigkeit sie dieselben Zwecke unter anderen Formen erreichen kann.

§ 139. Das einzelne Thier aus dem Bereiche der niederen Stufe erscheint in seiner Beziehung zum Menschen immer unbedeutend. Ein Rind oder ein Schaf, ein Pferd oder ein Hund, ja eine Henne oder ein Falke, fast jedes dieser Thiere kann allein und für sich der Ernährer und Unterhalter nicht nur eines Menschen, sondern selbst einer Familie werden.

Die wirbellosen Thiere erhalten erst Bedeutung durch ihre Menge, und diese erweist sich uns in ihrer unmittelbaren Aeußerung häufiger nachtheilig als vortheilhaft. Milliarden dieser Thiere drohen beständig unseren Speisevorräthen, unseren Kleidern, Wohnungen, ja selbst unserem eigenen Körper Zerstörung und Vernichtung, und eine Menge unserer Gewohnheiten und Lebenseinrichtungen sind nur ein bewußtloser Kampf gegen diese stets auf uns eindringende, unsichtbare Thierwelt.

Die meisten Menschen würden wahrscheinlich gern auf Austern, Honig und Seide, auf Wachs und Schellack, diese wichtigsten Produkte der niederen Thierstufe verzichten, wenn sie dadurch sich loszukaufen vermöchten von den lästigen und schädlichen Eingriffen der Raupen, Motten, Milben und Maden, der Schnecken, Mücken und des ganzen Heeres zudringlichen Ungeziefers.

Und dennoch würde die Gesammtheit die größte Noth leiden, wenn wir diese niedere Thierwelt aus dem Bereich der Natur strichen. An ihre Gegenwart ist das Leben von Millionen der höheren Thiere geknüpft, und es läßt sich eben aus der Kette der organischen Wesen kein einzelnes Glied ablösen, ohne Zerreißung des Ganzen.

Des besonderen Nutzens, welchen die unscheinbaren Thiere dieser Stufe gewähren, wird bei Aufzählung ihrer Arten gedacht werden.

Den vier Klassen der Wirbelthiere reihen wir zehn Klassen der Wirbellosen an, nämlich: die Krustenthiere, Kerbthiere, Spinnen, Würmer, Weichthiere, Strahlthiere, Eingeweidewürmer, Quallen, Pflanzenthiere und Aufgußthiere. Es wird dabei eine Klasse übergangen, die unter dem Namen der Foraminiferen zwischen den Eingeweidewürmern und Quallen eingereiht worden ist. Sie enthält kleine, kaum sandkorngroße, in Gehäusen lebende Meeresbewohner, deren Naturgeschichte noch der Vervollständigung bedarf.

Fünfte Klasse: Krustenthiere; Crustaceae.

§. 140 Die Haut dieser Thiere ist hornartig oder sie wird durch einen Gehalt an kohlensaurem Kalk krustenartig, woher sie den Namen erhalten haben. Kopf und Brust derselben sind in ein Stück verwachsen und mit einem Schilde bedeckt; beide sind durch eine Einkerbung vom Bauche unterschieden, der in der Regel das Ansehen eines Schwanzes hat. Die Krebse leben, mit wenig Ausnahmen, im Wasser. Ihr vorderstes Fußpaar ist meist zu einer Scheere ausgebildet. Sie athmen entweder durch franzenartige Kiemen oder durch Kiemensäckchen und besitzen in hohem Grade das Vermögen, einzelne verlorene Glieder auf's Neue zu entwickeln.

An die Spitze mehrerer Unterabtheilungen dieser Klasse stellen wir die eigentlichen **Krebse**, denn sie übertreffen die übrigen nicht nur an Größe, sondern auch an Nützlichkeit, indem sie eine ebenso wohlschmeckende als nahrhafte Speise sind. Als Seekrebse sind zu bemerken: die **Goger** (Squilla); der **Garnat** (Palaemon); die **Garneele** (Crangon); der **Hummer** (Astacus marinus), der zwei Fuß lang wird; der **Heuschreckenkrebs** (Palinurus); die **Einsiedlerkrebse** oder **Bernhard's-Krebse** (Pagurus), welche den hinteren Theil ihres Körpers, der keine Schale hat, dadurch schützen, daß sie denselben in leere Schneckengehäuse stecken. Im süßen Wasser finden wir nur den **Flußkrebs** (Astacus fluviatilis), dessen braune Farbe beim Sieden lebhaft roth wird, und der seine Schale von Zeit zu Zeit ablegt und wieder neu bildet.

Eine besondere Abtheilung machen die ungeschwänzten Krebse aus, welche **Krabben**, oder auch wegen ihrer Gestalt Taschenkrebse heißen und ebenfalls eßbar sind. Wie die meisten Krebse verlieren sie leicht ihre Scheeren, welche jedoch bald wieder nachwachsen. Es giebt sehr viele Arten derselben, wie die gemeine **Seekrabbe** (Portunus); der **Spinnenkrebs**; der **Muschelwächter** (Pinnotherus); die **Flußkrabbe** (Telphusa); die **Landkrabbe** (Gecarcinus), die besonders in Jamaica vorkommt, wo sie zum Ablegen ihrer Eier nach dem Meere wandert und nachher mit den Jungen oft in Zügen von ungeheurer Anzahl wieder in's Land zurückkehrt; die **Sumpfkrabbe**; endlich die **Hundskrabbe**, welche sich häufig auf dem Lande aufhält und mitunter selbst Bäume besteigen soll.

Eine besondere Unterabtheilung der krebsartigen Thiere bilden die **Asseln**, die niemals Scheeren an den Füßen haben, daher sie auch Gleichfüßer (Isopoda) heißen. Die meisten derselben leben im Wasser als lästige Schmarotzer an Fischen; die anderen halten sich gern an feuchten und dunkelen Orten auf. Erwähnung verdienen:

Die **Wallfischassel** (Cyamus); die **Gespenstassel** (Caprella); der **Kiemenfuß** (Branchipus); der **Wasserfloh** (Gammarus); der **Meerfloh** (Talitrus); die **Bremsenassel** (Cymothoa asilus), eine große Plage der Fische.

Bekannter als die genannten sind die gemeine **Kellerassel** (Oniscus asellus); die **Panzerassel** (Oniscus armadillus), die sich zusammenrollt und dann einer Erbse gleicht; die **Schnurasseln** (Julus), auch Tausendfüße genannt, deren es mehrere Arten, mit 40 bis 90 Ringeln und ebenso viel Fußpaaren giebt; die ähnlichen, aber breiteren **Bandasseln** (Scolopendra), wovon die gelbe, mit 54 Paar Füßen, im Dunkeln leuchtet.

Die sogenannten **Schmarotzerkrebse** (Parasita) bilden eine weitere Abtheilung. Viele dieser krebsartigen Thiere sind fast so klein, wie Infusionsthiere und schwimmen gleich diesen im Wasser herum, wie z. B. das **Einauge** (Monoculus); der **Pinselfloh** (Cypris) u. a. m. Andere, die kaum einige Linien lang werden, sind ein gewöhnliches Ungeziefer der Fische, deren fast jeder eine besondere Art hat, wie z. B. die **Störlaus**; die **Thunlaus** (Cecrops);

die Karpfenlaus (Argulus) u. a. m. Aehnlich gebildet ist der molukkische Schildkrebs (Xiphosura), der einen Fuß lang wird, mit spannenlangem Stachel, dessen sich die Wilden in Indien als Pfeilspitze bedienen.

Den Krebsen hat man in neuester Zeit eine Gruppe von Thieren angereiht, die seither als eine besondere Abtheilung unter dem Namen der Rankenfüßer (Cirripeda) zu den Weichthieren gestellt worden waren. Die meisten haben ein aus mehreren Schalenstücken bestehendes Gehäuse und sitzen fest auf Felsen, Pfählen, Muscheln und anderen im Meere befindlichen Gegenständen. Solche sind die Entenmuschel (Lepas), die Seepocken, die Meereicheln (Balanus), auch Seetulpen genannt, von welchen mehrere Arten auf Tangen, Krabben und die Wallfischpocke auf der Haut des Wales festsitzen.

Sechste Klasse: Kerbthiere; Insecta.

§. 141. Wir gelangen jetzt zu der immerwährend regsamen, Alles belebenden Insectenwelt, denn mit Ausnahme des starren Gesteins giebt es keinen Theil der Erdoberfläche, der nicht irgendwie zum Aufenthalte derselben diente. Wenn ihre Maden und Larven in der Erde und in Felsspalten versteckt sind, oder im Wasser sich umhertummeln, oder heimlich im Holze nagen, so durchschwärmen die geflügelten Insecten in ganzen Zügen die Luft, oder eilen von besonderen Zwecken getrieben rastlos hin und her.

Wer das regsame Leben dieser kleinen Welt betrachten will, der lege sich am Wasserrande in's Grüne, und er erblickt sich inmitten einer Bühne, auf welcher ein zahlreiches Volk, das gleichsam die verschiedensten Stände vorstellt, von der schmucklosen, thätigen Ameise bis zum unthätigen, herrlich gekleideten Schmetterlinge, die ewig wechselnden Lust- und Trauerspiele seines kurzen Lebens abspielt. Da schwirrt und brummt der Käfer, es sammelt und summt die Biene, die Raupe nagt am Blatte, der Schmetterling flattert von Blume zu Blume, und Mücken und Schnaken tanzen und schwärmen in der Luft.

Der Hauptcharakter der Insecten besteht in ihrem dreitheiligen Leibe, welcher aus 10 Ringen zusammengesetzt ist, von welchem drei die Brust bilden, und jeder dieser hat ein Paar Füße, so daß deren nie mehr als 6 vorhanden sind. Längs des Leibes befinden sich auf beiden Seiten die Luftlöcher (Tracheen), welche sich im Körper des Insectes vielfach verzweigen und das Athmen besorgen. Außer den Lebensorganen haben die Insecten deutlich entwickelte, halbkugelförmige Facettenaugen, und wenn auch die Organe des Geruchs, des Geschmacks und Gehörs nicht sichtbar nachzuweisen sind, so sind diese Thiere deren entsprechender sinnlicher Wahrnehmungen mitunter doch in hohem Grade fähig

Die Flügel sitzen an den Halsringen und fehlen nur ausnahmsweise bei manchen Arten. Sehr mannichfaltig und vollkommen entwickelt sind die Freß-

werkzeuge, die Fühlhörner, Rüssel und die dreifach gegliederten Füße, welche in sogenannte Zehen (Tarsen) endigen.

Besonders merkwürdig sind bei den Insecten die Verwandlungen, die sie bis zur vollkommenen Ausbildung durchmachen. Aus dem Ei des Insectes schlüpft eine kleine Made oder Larve, welche sehr gefräßig ist, schnell wächst, sich mehrmals häutet und endlich nach der letzten Häutung als fußlose Puppe erscheint, die, von einer hornigen Haut eingeschlossen, längere Zeit ohne Nahrung und Bewegung liegt, bis endlich auch diese Hülle aufspringt und das vollkommen entwickelte Thier daraus hervorgeht. Man nennt diese stufenweise Verwandlung die Metamorphose der Insecten.

Uebersicht der Ordnungen.

§. 142.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Hornflügler. Coleoptera. Käfer.	Halbflügler. Hemiptera. Wanzen.	Gradflügler. Orthoptera. Schrecken.	Netzflügler. Neuroptera. Florfliegen.	Schuppenflügler. Lepidoptera. Falter.	Hautflügler. Hymenoptera. Immen.	Zweiflügler. Diptera. Mücken.
1. Fünfgliedrige. 2. Ungleichgliedrige. 3. Viergliedrige. 4. Dreigliedrige.	1. Pflanzenläuse. 2. Cicaden. 3. Wanzen.	1. Plattschrecken. 2. Ruthenschrecken. 3 Springschrecken.	1. Holzläuse. 2. Landflorfliegen. 3. Wasserflorfliegen.	1. Motten. 2. Nachtfalter. 3. Schwärmer. 4. Tagfalter.	1. Schlupfwespen. 2. Wespen. 3. Bienen.	1. Schnaken. 2. Fliegen. 3. Mücken.

Erste Ordnung: Hornflügler; Käfer; Coleoptera.

§. 143. Die Käfer sind ausgezeichnet durch ihre hornige Haut und hornigen Oberflügel, unter welche sie die häutigen Unterflügel einschlagen. Ihre Glieder und Freßwerkzeuge, namentlich die Kiefer, sind besonders vollkommen entwickelt. Gleich den Schmetterlingen machen sie alle Verwandlungsstufen durch, und ebenso wie bei jenen die größten und prachtvollsten den heißen Klimaten angehören, finden wir auch die größten und glänzendsten Käfer nur in Ostindien und in Brasilien. Häufig richten ihre Larven und mitunter auch die Käfer selbst an Pflanzen und manchen Thierstoffen beträchtlichen Schaden an.

Die Eintheilung derselben geschieht nach der Anzahl ihrer sogenannten Zehen oder Tarsen, wonach man 4 Ordnungen bildet:

1. Fünfgliedrige (Pentamera), an allen Füßen 5 Zehen.
2. Ungleichgliedrige (Heteromera), Vorderfüße mit 5, Hinterfüße mit 4 Zehen.
3. Viergliedrige (Tetramera), mit 4 Zehen.
4. Dreigliedrige (Trimera), mit 3 Zehen.

Die Käfer bilden ferner viele große Familien, die sich sowohl durch Gleichartigkeit ihres äußeren Baues als auch ihrer Lebensweise wohl unterscheiden lassen. Die wichtigsten aus der Ordnung der Fünfgliedrigen sind: Die Laufkäfer (Carabus), beständig umherlaufende Raubkäfer, worunter der Goldschmied (C. auratus); der Sykophant (Calosoma); der Sandläufer (Cicindela); der Bombardirkäfer; die Wasserkäfer, worunter der größte (Hydrophilus piceus) sich an Fische hängt und sie aussaugt; der kurzgeflügelte Raubkäfer (Staphilinus); die Springkäfer (Elater), die auf den Rücken gelegt sich emporschnellen; die grünen Prachtkäfer (Buprestis); die Bohrkäfer, deren Larven im Holze nagen und dadurch Schaden anrichten, wie der Holzdieb (Ptinus fur); die Aaskäfer, worunter die Todtengräber (Necrophorus), die Speckkäfer (Dermestes) und die schädlichen Cabinetkäfer (Anthrenus museorum); die Mistkäfer, worunter der gemeine Roßkäfer (Scarabaeus), der Pillenkäfer (Birrhus); die Glanzkäferchen (Nitidula), welche dem Reps schädlich sind; die Blumen- und Laubkäfer, worunter die grünglänzenden Rosenkäfer (Cetonia); die Hirschkäfer oder Weinschröter (Lucanus cervus); der Maikäfer (Melolontha), dessen Larve, Engerling genannt, an den Wurzeln der Gartengewächse viel schadet. Das Leuchtkäferchen (Lampyris) fliegt in warmen Sommernächten wie ein Funken umher, während sein ungeflügeltes Weibchen, Johanniswürmchen genannt, aus dem Grase sein Licht verbreitet.

Unter den wenig zahlreichen Ungleichgliedrigen finden wir den Oelkäfer oder Maiwurm (Meloë); den Schwefelkäfer (Cistela) und den nützlichsten aller Käfer, den goldgrün glänzenden Blasenkäfer, auch spanische Fliege genannt (Lytta vesicatoria), die zur Bereitung des Blasenpflasters dient, übrigens giftig ist. Man findet diesen Käfer nur an der Esche, am Hartriegel und Flieder, wo er sich leicht durch seinen unangenehmen Geruch verräth. Auch der Müller (Tenebrio molitor), dessen Larve Mehlwurm genannt als Nachtigallenfutter dient, gehört hierher.

Viergliedrige Käfer sind: die Rüsselkäfer (Curculio und Rhynchaenus), worunter die Obst- und Rebenstichler (R. bacchus und betuleti) schädlich sind, sowie der Kornbohrer (Calandra granaria); die Ziegenhörner oder Holzböcke (Cerambyx); der Zimmermann (Lamia aedilis); der Borkenkäfer (Bostrichus typographus), dessen Larve, unter Baumrinden lebend, häufig in Kieferwaldungen außerordentlichen Schaden anrichtet; die Blattkäfer (Chrysomelina) sind runde, schön gefärbte Käfer von starkem Glanz.

Zu den Dreigliedrigen gehören nur wenige Käfer, wie das bekannte rothe Herrgottsvögelein mit 7 Punkten (Coccinella septempunctata), dessen Larve durch Vertilgung vieler Blattläuse nützlich ist.

Zweite Ordnung: Halbflügler; Wanzen; Hemiptera.

§. 144. Diese Insecten sind vorzüglich durch einen steifen Saugschnabel charakterisirt, der hohl ist und zum Anbohren von Pflanzen oder Thieren dient, von deren Säften sie leben. Darunter sind mehrere, bei welchen nur die Männchen geflügelt sind und andere, durchaus ungeflügelte. Bemerkenswerth sind: die Schildläuse (Coccus), von welchen die auf dem Feigencactus lebende Cochenille (C. cacti) den herrlich rothen Carmin liefert; die Lackschildlaus (C. lacca) sticht in Ostindien die Rinde der Feigenbäume an, woraus ein Saft fließt, der an der Luft erhärtet das nützliche Schellack bildet; die Blattläuse (Aphis) sind ein bekanntes Ungeziefer unserer Bäume und Sträucher. Ihre abgestreiften Bälge bilden einen weißlichen Ueberzug der Blätter, den man Mehlthau nennt, und ihre Stiche veranlassen bei heißem Wetter das Ausfließen eines unter dem Namen des Honigthaues bekannten zuckerigen Saftes; die Sing-Cicade bringt durch das Aneinanderreiben ihrer hinteren Füße eine Art von Gesang hervor; die Schaum-Cicade sticht die Zweige der Weiden an, so daß Wasser ausfließt und als weißer Schaum sich ansetzt; die Laternenträger (Fulgora), welche in Amerika und China vorkommen, sollen einen stark leuchtenden Kopf haben, was jedoch von neueren Beobachtern widersprochen wird; die Kopflaus (Pediculus capitis) und die Bettwanze (Cimex), ungeflügeltes, ekelhaftes Ungeziefer, das jedoch durch nachdrückliche und beharrliche Reinlichkeit überall zu vertreiben ist; die Pflanzen- und Beerenwanzen, mit lederartigen, gefärbten Oberflügeln und eingeschlagenen häutigen Unterflügeln, sehen den Käfern sehr ähnlich und haben den widrigen Geruch der Bettwanzen; die Wasserwanzen oder Wasssertreter (Hydrometra) laufen stoßweise auf dem Wasser umher; die Scorpionswanzen (Nepa) haben den Namen von ihren scheerenartigen Vorderfüßen und einem stachelartigen Schwanze.

Dritte Ordnung: Gradflügler; Schrecken; Orthoptera.

§. 145. Von den vier Flügeln derselben sind die zwei vorderen pergamentartig und die hinteren der Länge nach gefältelt. Sie machen keine Verwandlung, sondern mehrere Häutungen durch. Man rechnet hierher die Heuschrecken (Locusta), deren es mehrere Arten, unter anderen die große grüne (L. viridissima), giebt, und die Wanderheuschrecke (Acridium migratorium), die mitunter in ungeheuren Zügen aus Osten nach Europa komen und alles Grüne zerfressen; die Grillen oder Heimchen (Gryllus) wohnen in Löchern, theils auf dem Felde, theils in den Wohnungen und werden in letzteren oft lästig durch ihr lautes Zirpen, welches sie durch das Aneinanderreiben ihrer Flügel bewirken; die

Maulwurfgrille, ein häßliches, in den Feldern schädliches Thier; die Fangheuschrecke (Mantis); die Stabschrecke; die Blattschrecke; der Oehrling (Forvicula) und die Küchenschaben (Blatta), die in Küchen namentlich in Bäckereien, sich aufhalten und nur Nachts hervorkommen und deren Weibchen ungeflügelt sind.

Vierte Ordnung: Netzflügler; Florfliegen; Neuroptera.

§. 146. Diese Insecten zeichnen sich durch 4 große, florartige Flügel und große Augen aus. Sie machen meist keine Verpuppung durch, sondern gehen durch Häutung von einem Zustande in den anderen über. Dabei findet man öfters die Larven bereits mit Füßen versehen und nicht weniger lebendig und munter, als das vollendete Insect.

Bemerkenswerth sind: die Blattlausfliegen, deren Larve, der sogenannte Blattlauslöwe, eine Menge Blattläuse vertilgt; die Ameisenflorfliege, deren Larve wie die der Ameisenfliege (§. 150) in einer trichterförmigen Sandgrube den Ameisen nachstellt und daher Ameisenlöwe heißt; die Termiten, die in Indien, Afrika und Südamerika vorkommen und auch weiße Ameisen genannt werden. Ihre Larven sind ungeflügelt und bilden die Arbeiter und Vertheidiger der oft manneshohen Gebäude, die sie aus Erde aufführen. Die Männchen und Weibchen sind geflügelt. Die Termiten sind bekannt und gefürchtet durch die Wuth, mit der sie Alles zerstören, was sie auf den Zügen. die sie zuweilen unternehmen, antreffen. Die Wassermotten und die Eintagsfliegen (Ephemera) kommen aus Larven, die im Wasser oder Schlamme leben und häufig in Hülsen von Blattstücken, Holz oder Sandkörnchen stecken. Während diese Maden und Larven gewöhnlich 2 bis 3 Jahre leben, sterben die entwickelten Fliegen nach ein paar Tagen, manche schon am Ende ihres ersten Tages. Sie erscheinen an heißen Sommertagen mitunter in ungeheuren Schwärmen und verschwinden wieder ebenso plötzlich. Am bekanntesten sind die sogenannten Wasserjungfern oder Teufelsnadeln (Libellula), welche an den Wasserpflanzen hin- und herflattern und deren es stahlblaue, grüne und gelbe giebt.

Fünfte Ordnung: Schuppenflügler; Falter; Lepidoptera.

§. 147. Die Falter oder Schmetterlinge, wie sie gewöhnlicher heißen, haben vier, meistens große Flügel, welche mit kleinen Schuppen bedeckt sind, die sich wie Staub abwischen lassen. Ihre Larven werden Raupen genannt und haben nie mehr als 8 Paar Füße und verfertigen in der Regel ein Gespinnst als schützende Hülle für ihre Puppen, welche auch Chrysaliden heißen.

Uebersicht der Schmetterlinge.

1. Ordnung: Dämmerungsfalter (Motten; Blatta).	2. Ordnung: Nachtfalter (Phalaena).	3. Ordnung: Abendfalter (Schwärmer; Crepuscularia).	4. Ordnung: Tagfalter (Papilio).
1. Schaben; Tinea.	1. Spanner; Geometra.	1. Widder; Zygaena.	1. Schlüpfer; Hesperia.
2. Wickler; Tortrix.	2. Eulen; Noctua.	2. Glasfalter; Sesia.	2. Flatterer; Tachyptera.
3. Lichtmotten; Alucita.	3. Spinner; Bombyx.	3. Schnurrer; Sphinx.	3. Seegler; Aëronauta.

Viele Schmetterlinge sind bemerkenswerth wegen des Schadens, den ihre Raupen in verschiedener Beziehung anrichten. So zernagen Haare, Federn und Pelzwerk die Kleiderschabe (Tinea sarcitella) und Pelzschabe (T. pellionella), im Getreide richtet die Kornschabe (T. granella) mitunter große Verheerung an. Den Obstbäumen sind schädlich: die Ringelmotte (Bombyx neustria); der Goldschwanz (B. chrysorrhoea); der Aprikosenspinner (B. antiqua) und Zwetschenspinner (B. gonostigma), deren Weibchen ungeflügelt sind. Als schädliche Forstschmetterlinge fürchtet man die Kieferneule (Noctua piniperda); der Föhrenspinner (Bombyx monacha); den Fichtenspinner (B. pini); den Processionsspinner (B. processionea); den Gemüsen schaden die Raupen der verschiedenen Weißlinge, worunter der Kohlweißling (Tachyptera brassica) der gemeinste ist, und die Kohleule (Noctua brassicae).

In Rücksicht ihrer schönen Farbe und Zeichnung ist es schwierig eine Auswahl zu treffen, doch mögen einige der ausgezeichnetsten erwähnt werden, wie das rothe Ordensband (Noctua sponsa); das blaue Ordensband (N. fraxini); der braune Bär (Bombyx caja); das Nachtpfauenauge (B. pavonia); das Abendpfauenauge (Sphinx ocellata); der Wolfsmilchschwärmer (Sph. euphorbiae); der Ligusterer; der Windenschwärmer (Sph. convolvuli); der Todtenkopf (Sph. atropos); der Apollo; der Schwalbenschwanz (Aëronauta Machaon); der Segelfalter (A. Podalirius); der Trauermantel (Tachyptera Antiopa); das Tagpfauenauge (T. Io); der Admiral (T. Atalanta); der Schillervogel (T. Iris) u. s. w.

Als größten aller Schmetterlinge erwähnen wir den in China und auf Java vorkommenden, mehr als zwei Hand großen Atlasspinner (B. Atlas).

§. 148. Endlich ist noch eines sehr nützlichen Schmetterlings zu gedenken, der uns durch sein Gespinnst für vieles Uebel entschädigt, was die anderen anrichten. Es ist dies der Seidenspinner und Maulbeerspinner (Bombyx mori). Er wurde aus seinem Vaterlande China im 6ten Jahrhundert durch Kaiser Justinian in Griechenland eingeführt, von wo die Seidenzucht 1130 nach Si-

cilien und von da nach Italien sich verbreitete. In Frankreich begann die Seidenzucht erst im Jahre 1470 und erblühte besonders seit Heinrich IV. um 1600. In Deutschland sind wiederholt Versuche gemacht worden und zwar nicht ohne Erfolg. Ungeachtet dessen producirt dieses Land so gut wie keine Seide und bezieht seinen ganzen Bedarf an diesem kostbaren Zeuge vom Auslande.

Seidenbewegung zu und von dem Zollvereinsgebiet in runden Durchschnittzahlen aus den Jahren 1845 und 1846.

Rohe Seide: — Centner		Thaler	Verarbeitete: — Centner		Thaler
Einfuhr . . .	14,000	9,000,000	Einfuhr . .	8,000	8,000,000
Ausfuhr . . .	1,200	858,000	Ausfuhr . . .	11,600	14,000,000.

Man schätzt den Werth der in Frankreich jährlich erzeugten rohen Seide auf ungefähr 20 Millionen Franken.

Die Seidenraupe wird mit den Blättern des Maulbeerbaumes ernährt, ist in 4 bis 5 Wochen ausgewachsen und spinnt dann aus einem zusammenhängenden, etwa 900 Fuß langen Faden ein Gespinnst, Cocon genannt, deren je nach der Größe 200 bis 400 ein Pfund ausmachen. Indem 8 bis 12 solche Coconfäden zusammengesponnen werden, erhält man den haaresdicken rohen Seidenfaden. Man braucht ungefähr 10 Pfd. Cocon zu 1 Pfd. gesponnener Seide. Im Hessischen zahlte man im Jahre 1845 für 1 Pfd. daselbst gezogener Cocons im Durchschnitt ⅓ Thlr. und für 1 Pfd. daraus gesponnener Seide 6 bis 8 Thlr.

Sechste Ordnung: Hautflügler, Immen; Hymenoptera.

§. 149. Sie zeichnen sich durch vier häutige, mit wenig Adern durchzogene Flügel aus. Wir führen an die Schlupf- oder Schwanzwespen (Ichneumon), welche einen sogenannten Legestachel haben, mit dem sie Löcher in Insecten bohren und ihre Eier hineinlegen. Die daraus schlüpfenden Maden vertilgen daher eine Menge von Insecten. Andere bohren auf ähnliche Weise in Pflanzentheile, und darunter ist die Gallwespe (Cynips quercus) besonders wichtig, deren Stiche die Entstehung der sogenannten Galläpfel veranlassen, welche zu Tinte und schwarzer Farbe dienen.

Die eigentlichen Wespen leben in großen Gesellschaften beisammen und bauen sich mehr oder minder kunstreiche Wohnungen, in welche sie Nahrung für ihre Maden tragen, die meistens in Thierstoffen, kleinen Insecten u. s. w. besteht. Solche sind: die gemeine Wespe und die Hornisse (Vespa), die Raupentödter, die Maurerwespe, die Holzwespe u. a. m. Bei den

ebenfalls hierher gehörigen Ameisen (Formica) finden wir neben den geflügelten Männchen und Weibchen die ungeflügelten Arbeiter.

Am wichtigsten in dieser Ordnung sind jedoch die Bienen, welche Zellen aus Wachs bauen und dieselben mit Honig anfüllen. Sie leben theils einzeln, theils in kleinen oder grösseren Gesellschaften beisammen. Die Honigbiene (Apis mellifica) bildet in ihren Stöcken Schwärme von 16 bis 20 Tausend Bienen, deren meisten die bewaffneten Arbeiter sind. Männchen oder Drohnen, die größer und ohne Stachel sind, zählt man mehrere Hundert, aber merkwürdiger Weise nur ein einziges Weibchen, das Königin oder Weisel heißt. Sehr interessant durch die kunstreiche Anlage ihrer Wohnungen sind ferner: die Erdbienen, Wandbienen, Tapezierbienen, Blattschneider und die Holzbiene. Die größten aller Bienen sind die Hummeln (Bombus).

Siebente Ordnung: Zweiflügler; Mücken, Diptera.

§. 150. Hierher gehören die Schnaken (Culex), deren Larven im Wasser leben und die daher in sumpfigen Gegenden oder in nassen Jahren durch ihre empfindlichen Stiche eine große Plage sind, wie namentlich die Muskito's und Marigui's der heißen Länder. Die Dasselmücken (Oestrus) legen ihre Eier an die vorderen Theile und auf den Rücken der Rinder, Pferde und Hirsche, von wo sie durch das Lecken der Thiere in deren Inneres gelangen, so daß ihre Maden zwischen der Haut, im Magen, in der Nasenhöhle und in Beulen auf dem Rücken jener Thiere angetroffen werden. Zu den Mücken wird auch der Floh (Pulex irritans) gerechnet, dessen Larve mit denen anderer Mücken die größte Uebereinstimmung zeigt, während er selbst ausnahmsweise ungeflügelt ist.

Von den Fliegen, welche ihre Eier in Fleisch und in andere Lebensmittel legen, sind die Maden lästig. Gefürchtet sind besonders die Schmeißfliege, die Aasfliege, die Stubenfliege (Musca domestica), die Käsefliege, die Kirschenfliege, die Halmmücken, die Blattmücken, die Pilzmücken u. s. w. Die Larve der Blattlausmücke vertilgt viele Blattläuse und die der Ameisenfliege macht eine trichterförmige Höhle in den Sand, worin sie Ameisen fängt. Auch sind die grüne Goldfliege und die schöne, blau und rothe Metallfliege zu bemerken, während die Herbstfliege und die Bremsen sich durch ihre Stiche von selbst bemerklich machen.

Siebente Klasse: Spinnen; Arachnidae.

§. 151. Diese Thiere haben meistens einen rundlichen Leib, der an Größe weit die mit dem Kopfe verwachsene Brust übertrifft. An letzterer sitzen vier Paar Füße, aber niemals Flügel. Man beobachtet an denselben Luftlöcher, durch welche, wie bei den Insecten, die Luft in's Innere geführt und mit den Blutgefäßen

in Berührung gebracht wird. Auf der Oberseite des Kopfbruststückes liegen die einfachen Augen, deren 2 bis 8, ja bei einigen Scorpionen selbst 10 bis 12 vorhanden sind. Die Spinnen lassen sich wieder in drei Gruppen unterscheiden, nämlich in Scorpione, eigentliche Spinnen und Milben.

Die Scorpione unterscheiden sich von den Spinnen durch ihren verlängerten Leib, welcher einem gegliederten Schwanze gleicht, an dessen Ende sich ein hohler Stachel befindet, der mit einem Giftbläschen in Verbindung steht. Dadurch wird der Stich des europäischen Scorpions, der in Südeuropa vorkommt*, für kleine Thiere tödtlich und erregt selbst bei größeren Entzündungen. Dagen hält man den großen, bis 4 Zoll lang werdenden indischen Scorpion für tödtlich giftig.

Die Spinnen sind sämmtlich räuberische Thiere, welche den Insecten auflauern, sie überfallen, mit den Scheeren ihrer vorderen Füße tödten und aussaugen. Die meisten nehmen dabei ein Netz zu Hülfe, welches sie aus feinen Fäden spinnen, die aus kleinen Warzen am hinteren Theile ihres Leibes kommen. Andere laufen beständig herrum und überfallen ihre Opfer. Diese heißen Schwärmer, wie z. B. die Springspinne (Salticus); die braune Wolfsspinne (Dolomedes), die häufig einen kleinen wolligen Sack mit sich herumschleppt, worin ihre Eier geborgen sind, und die Tarantel (Lycosa tarentula), von der angenommen wurde, daß sie furchtbar giftig sei, indem ihr Biß einen Menschen in unaufhaltsame Tanzwuth versetze, was jedoch neuerdings widersprochen wird. Die Minirspinne lauert in einer Erdhöhle, und die Wasserspinne (Argyroneta) fällt aus einem, merkwürdiger Weise unter dem Wasser aus silberglänzendem Gespinnste von ihr verfertigten, fingerhutgroßen Neste über die Wasserinsecten her.

Gespinnste verfertigen viele, wovon nur die Haus- oder Winkelspinne (Araena domestica) und die bekannte Kreuzspinne (Epeira diadema), die grüne und graue Gartenspinne und die sehr kleine Sommerfadenspinne erwähnt werden, welche letztere über Felder und Wiesen die Millionen Faden strickt, die im Herbste der Wind zusammenstreift und als fliegenden Sommer in die Höhe führt. Als die größte aller Spinnen darf die in Surinam vorkommende, handgroße Vogelspinne (Mygale avicularia) nicht übergangen werden.

An Mauern und Bretterwänden trifft man häufig die Kanker (Phalangium), auch Weberknechte oder Zimmermänner genannt, weil ihre sehr langen und dünnen Beine, nachdem sie ausgerissen worden sind, noch eine Zeit lang zucken. Sie bilden den Uebergang zu den Milben ebenso wie der in alten Papieren und Pflanzensammlungen anzutreffende Bücherscorpion (Chelifer), der dort den kleinen schädlichen Insecten nachstellt.

Die Milben sind sehr klein und leben theils auf verderbenden Pflanzenstoffen, meist jedoch als lästiges Ungezieser an anderen Thieren. Darunter gehören: die Insectenmilbe (Trombidium); die Zecken oder Waldböcke (Ixodes), die an Hunde und Schafe sich ansaugen; die Hühner- und Taubenmilbe (Acarus gallinae); die Käfermilbe (A. coleoptratorum); die

Krätzmilbe (A. scabiei), welche man als Ursache der Krätze ansieht, da sie in deren Pusteln angetroffen wird; die Käse- und die Mehlmilbe.

Achte Klasse: Würmer; Annulati.

§. 152. Die Haut der Würmer ist durch Querfalten mehr oder weniger deutlich in Ringe abgetheilt, weshalb dieselben sehr passend als Ringelthiere bezeichnet werden. Diese Hautringe haben meistens einen gleichen Durchmesser, so daß die Würmer in der Regel die Form einer gestreckten Walze haben, an deren beiden Enden der Darm ausmündet. Einschnitte, welche Kopf, Brust oder Bauch unterscheiden ließen, nimmt man an den Würmern nicht wahr. Sehr häufig sind die Ringe in regelmäßiger Weise mit kurzen Borsten oder mit langen Haaren oder Fäden besetzt, die jedoch niemals gegliedert sind und nicht zum Gehen benutzt werden können.

Als Organe des Athmens finden wir bei den Würmern weder Lungen, noch Kiemen, noch Luftröhren. Ihre Blutgefäße verzweigen sich in der Oberhaut, so daß es scheint, als ob diese die nothwendige Einwirkung der Luft auf das Blut zu vermitteln im Stande sei. Auffallend ist es, daß der Gefäßinhalt bei dem größten Theil der Würmer eine rothe Farbe hat, was außerdem im ganzen Bereich der Wirbellosen nicht vorkommt. Bei den übrigen ist das Blut ungefärbt. Eine herzartige Erweiterung wird nirgends wahrgenommen, allein bei mehreren ist eine Pulsation der größeren Gefäße erkennbar.

Die Würmer unterscheidet man demnach in Rothwürmer und Weißwürmer. Die ersteren sind theils mit Haaren und Borsten besetzt (Borstenwürmer), theils entbehren sie derselben (Glattwürmer).

Der Aufenthalt der Würmer ist ausschließlich das Wasser oder sehr feuchte Erde und Schlamm. Die Mehrzahl der größeren Gattungen findet sich in den Meeren.

Rothwürmer.

§. 153. Von diesen beherbergt das Meer viele Arten, die meist sehr zierlich mit Fäden, Schuppen und Haaren besetzt sind, sonst jedoch keine Bedeutung haben. Als Beispiele nennen wir die Nereiden; die Buschwürmer; die Quastenwürmer; den Filzwurm (Aphrodite), dessen lange Haare schön in Regenbogenfarben spielen und der auch Seemaus genannt wird; den Kammwurm; Fächer- und Pinselwurm (Sabella) und den 4 Fuß lang werdenden Riesenwurm (Eunice gigantea) der westindischen Gewässer. Mehrere derselben wohnen in Röhren, die theils als kalkige Absonderung ihrer Haut entstehen, theils von außen durch angekittete Sandkörnchen und Muschelstückchen gebildet werden. Am häufigsten trifft man in der Nordsee, auf Steinen, Muscheln und dergleichen die Wurmröhre (Serpula).

Wohlbekannt ist der **Regenwurm** (Lumbricus terrestris), der die zarten Würzelchen junger Pflanzen angreift und als Futter für Vögel und als Köder an der Angel benutzt wird. Zu letzterem Zwecke dient in sehr bedeutendem Maße der **Sandwurm** oder **Pier** (Arenicola), der im Sande aller Meeresküsten steckt, und wovon beim Schellfischfange 3 bis 4000 an ein einziges, mit Angeln behängtes Seil kommen.

In stehenden Gewässern findet man in Gestalt eines weißen, sich schlängelnden Fadens das **Wasserschlängelchen** (Nais proboscidea), das merkwürdiger Weise durch Theilung sich vermehrt.

Von den Glattwürmern bemerken wir vor allen den **Blutegel** (Hirudo medicinalis), eines der nützlichsten Thiere unter allen Wirbellosen, das durch seine Fähigkeit des Blutsaugens schon häufig Menschenleben gerettet hat. Der Blutegel ist fingerlang, halb so dick, oben schwärzlich mit acht gelben, schwarzen und rothen Streifen, unten mit gelben Flecken. Dieses noch vor 25 Jahren in allen Sümpfen und Gräben zu Tausenden vorhandene Thier ist in Deutschland fast gänzlich ausgerottet, indem es für die medicinischen Zwecke fortwährend eingefangen wurde, ohne daß an dessen Nachzucht gedacht wurde. So ist es dahin gekommen, daß jetzt Millionen Blutegel aus Polen, Ungarn, der Walachei, ja aus Sibirien eingeführt werden. Deshalb hat man jetzt an vielen Orten künstliche Blutegelteiche angelegt zur Zucht derselben. Namentlich wird aber empfohlen, keinen Blutegel, der zum Saugen gedient hat, hinwegzuwerfen oder zu zerschneiden, wie meist geschieht, sondern diese in Wasserbehälter zu bringen, die mit Torf und Rasen ausgeschlagen sind und sie ein bis zwei Jahre darin zu lassen. Hierdurch erhält man junge Egel in solcher Menge, daß ihre wohlthätige Hülfe auch dem Aermsten zu Theil werden kann, der gegenwärtig durch den hohen Preis derselben darauf verzichten muß. Der Blutegel legt seine Eier in eine Art von gallertigem Schlauch, von der Größe einer Eichel, aus welchem nach einiger Zeit die jungen Egel herauskommen, welche völlig ungefärbt sind. Sie sind erst im zweiten Jahre zum Blutsaugen verwendbar. Den etwas größeren und ungesteiften **Roßegel** trifft man nicht selten, da er zum Blutsaugen nicht verwendbar und daher keiner Nachstellung unterworfen ist.

Die Weißwürmer

bilden eine Abtheilung von geringem Umfang, die sehr kleine Thiere enthält, §. 154. welche deshalb früher zu den Infusionsthieren gestellt wurden. Sie haben auch den Namen der **Strudelwürmer** (Turbellaria) erhalten, weil sie vermittelst wimperartiger Fäden, die radförmig am Kopfe sich befinden, in der Flüssigkeit, worin sie leben, einen lebhaften Strudel erregen, der ihnen ihre aus kleineren Infusionsthieren bestehende Nahrung in den Rachen treibt. Ihr Körper ist meist weich, durchsichtig, mit einem Schweif versehen und durch Zusammenziehung und Verschiebung in der Gestalt sehr veränderlich. Auch nimmt man an vielen derselben rothe Augenpunkte wahr. Am häufigsten trifft man in stehenden Gewässern das gemeine **Räderthierchen** (Rotifer vulgaris).

mentlich auf dem Tang leben, und worunter noch die Hasenschnecke (Aplysia depilans) anzuführen ist, deren Saft so scharf ist, daß er die Haare vertilgt.

Als Land- und Sumpfschnecken, die bei uns häufig sind, erwähnen wir die eßbare rothe und braune Wegschnecke (Limax); die schädliche Salat- oder Ackerschnecke (Limax agrestis), welche sämmtlich keine Schale haben. In gewundenen Häusern wohnen dagegen die große Weinbergschnecke (Helix pomatia), eine wohlschmeckende und nahrhafte Speise; die Gartenschnecke (H. hortensis), die große Sumpfschnecke (H. stagnalis); die Tellerschnecke oder Posthörnchen (Planorbis); die gemeine Sumpfschnecke (Paludina).

Eine der zierlichsten Meeresschnecken ist die sogenannte Wendeltreppe (Scalaria), die als Seltenheit mit 10 Thalern bezahlt wird; von der Gattung Rundmund (Turbo) wird eine Art, in Holland Oelkrüglein genannt, häufig eingesalzen und gegessen.

Zu bemerken sind ferner: die Kegelschnecke (Conus); die Walzenschnecke (Voluta); die große Porzellanschnecke (Cypraea tigris), mit schön getigerter, häufig zu Schalen und Dosen verarbeiteter Schale; die kleine Porzellanschnecke (Cypraea moneta) oder Kauris, welche zum Verzieren der Pferdegeschirre und in Indien als Scheidemünze benutzt wird; die Eierschnecken (Ovula); die Harfenschnecke (Buccinum harpa). Die Schale einer Schnecke, die wegen ihrer feuerrothen Mündung der feurige Ofen (Cassis) genannt wird, liefert den Steinschneidern ein häufig zu Cameen benutztes Material. Die Trompetenschnecke (Murex tritonis), welche bis anderthalb Fuß lang wird und eine schön rothgefärbte Mündung hat; die Spindelschnecken (Fusus); und die Flügelschnecken (Strombus).

Mehrere Schnecken geben von selbst oder wenn sie auf Kohlen gebraten werden, einen purpurrothen Saft von sich, der im Alterthume zum Färben der kostbarsten Purpurgewänder diente.

§. 158. Auch die Armfüßer (Branchiopoda) mit zwei zu den Seiten des Mundes stehenden Armen bilden eine kleine Abtheilung von Meeresbewohnern, die an einem Gegenstande festsitzen. Ihr Gehäuse besteht aus zwei Schalen, und am bemerkenswerthesten sind die Terebrateln (Terebratula) hauptsächlich um deswillen, daß viele Arten derselben in ungeheurer Anzahl als Versteinerungen der Flötzgebirge sich finden.

§. 159. Die Muscheln (Conchiferae) übertreffen an Zahl und Bedeutung als Nahrungsmittel selbst die große Ordnung der Schnecken. Dieselben sind zweischalige Weichthiere, deren Schalen durch eine Art von Gelenk oder Schloß mit einander zusammenhängen und durch den sogenannten Schließmuskel geöffnet und geschlossen werden können. Sie leben meistens auf dem Grunde der Gewässer, wo sie sich mit dem Fußmuskel ruckweise langsam fortschieben, oder sie bohren sich in Schlamm, Sand oder Stein am Meeresufer. Die wichtigeren derselben sind:

Die Röhrenmuschel, auch Pfahl- oder Bohrwurm (Teredo navalis)

genannt, die federkieldick ist und in das Holzwerk der Schiffe und Dämme sich einbohrt und diesen dadurch gefährlich ist; die Steindattel (Pholas dactylus), welche mit ihrer aus Kiesel bestehenden harten Schale sich in Steine einbohrt, sehr wohlschmeckend ist und im Dunkeln leuchtet; die Schlamm-Fingermuschel; die Messerscheiden (Solen); die Tunkenmuschel (Tellina gari), aus der man in Indien eine Art Sauce bereitet, die Bokassan genannt und als große Leckerei betrachtet wird; die Dreieckmuscheln (Donax); die Gien- oder Gaffmuschel (Chama); die eßbaren Herzmuscheln (Cardium).

Als Bewohner der süßen Gewässer sind zu bemerken:

Die große Entenmuschel (Anatina); die Schwanenmuschel; die Malermuschel (Mya pictorum), deren Schalen als Näpfchen für Farben benutzt werden; die Flußperlenmuschel (Mya margaritifera), die besonders in den Bächen des nördlichen Deutschlands vorkommt und in welcher mitunter schöne Perlen von beträchtlichem Werthe angetroffen werden.

Die folgenden gehören jedoch ausschließlich dem Meere an: die Archen (Arca); die gemeine Nagel- oder Riesenmuschel (Chama gigas), welche in Ostindien (Molukken) vorkommt und das größte aller Weichthiere ist, da sie einen Umfang von 6 bis 8 Fuß und ein Gewicht von 200 Pfd. erreicht; die Mießmuschel (Mytilus) ist dreieckig, von der Form eines Schinkens, mit dunkelvioletter Schale und eßbar. Man findet an derselben einen Büschel von etwa einen Fuß langen, seidenartigen Haaren, der Byssus genannt wird; die Steckmuschel (Pinna) mit besonders langem Haarbüschel, woraus in Sicilien Zeuge gewebt werden. Auch findet sich besonders häufig in dieser Muschel ein kleines Krebschen, welches daher Pinnenwächter genannt worden ist; die ächte Perlenmuschel (Margaritifera), welche die Perlen und das Perlemutt liefert, wird in Ost- und Westindien, namentlich im persischen Meerbusen, durch Taucher gefischt.

Die wichtigste von allen Muscheln ist unstreitig die Auster (Ostrea edulis), von der mehrere Arten an allen Küsten des nördlichen Europas vorkommen, und welche eine große Anzahl von Menschen ernährt. Man trifft in einer Auster anderthalb bis zwei Millionen Eier. Zierliche Muscheln sind die Kammmuschel (Pecten) und die Pilgermuschel (Ostrea Jacobaea).

§. 160 In der letzten Ordnung, welche die sogenannten Mantelthiere (Tunicata) begreift, finden wir sehr eigenthümlich gebaute Weichthiere. So umgiebt bei den Seescheiden (Ascidia) eine gemeinsame häutige Hülle ganze Gruppen kleiner regelmäßig geordneter Thiere, deren Ganzes theils unmittelbar, theils durch eine Art von Stiel am Felsen festsitzt. Aehnlich gemeinsam in Gruppen vereinigt sind die gallertigen und durchsichtigen Salpen (Salpa) und Feuerscheiden (Pyrosoma) welch letztere in der Nacht auf das Prachtvollste in den mannichfachsten Farben leuchten.

Zehnte Klasse: Strahlthiere; Radiata.

§. 161. Die Thiere dieser Klasse sind nur Bewohner des Meeres und zeichnen sich durch eine lederartige oder kalkhaltige Körperbedeckung aus, an welcher eine große Anzahl äußerer Anhängsel beobachtet werden, die das Ansehen von Zotteln oder Fühlern haben, wozu bei anderen noch Stacheln kommen, weshalb auch die letzteren Stachelhäuter (Echinodermen) genannt werden. Diese Organe, welche zum Theil durch besondere Oeffnungen willkürlich eingezogen und wieder ausgestreckt werden können, dienen den Thieren theils als Fühler, theils als Athem- und Bewegungswerkzeuge. Ihre Stellung hat eine gewisse Regelmäßigkeit, indem sie meist in fünf Reihen strahlenförmig vom Munde auslaufen, was zu ihrer Benennung Veranlassung gegeben hat.

Die Strahlthiere bilden drei Abtheilungen, von welchen die ersteren walzenförmig sind und großen Würmern gleichen; die folgenden sind theils kugelförmig, theils sternförmig.

Aus der ersten Abtheilung bemerken wir die Spritzwürmer (Holothuria), die, aus dem Wasser genommen, einen Wasserstrahl ausspritzen, und wovon eine Art unter dem Namen Trepang (H. edulis) von den Chinesen als Leckerbissen gegessen wird.

Die Seeigel (Echinus) sind kugelförmig, halbrund oder herzförmig, mit vielen Höckern und Stacheln besetzt, mit deren Hülfe sie auf dem Boden des Meeres langsam umherkriechen. Der Mund befindet sich auf der unteren Seite, der Darm ist sehr lang und gewunden, und sein Ende öffnet sich gewöhnlich oben. Diese Thiere ernähren sich von kleinen Krebsen und Muscheln, und von den vielen Arten derselben sind die größeren theilweise eßbar. Am bekanntesten sind der Türkenbund (Cidaris imperialis) und gemeine Seeigel (Echinus esculentus).

Die in ihrer Lebensweise den vorhergehenden sehr ähnlichen Seesterne haben entweder die Gestalt plattgedrückter, fünfstrahliger Sterne, wie der gemeine Seestern (Asterias), oder die Strahlen sind wurmförmig, wie bei dem Schlangenstern (Ophiura) und weiter verzweigt, wovon das Schlangen- oder Medusenhaupt (Euryale caput medusae) ein Beispiel ist. Die Liliensterne (Encrinus) und die Nelkensterne sind mit einem langen, gegliederten Stiele versehen, mit welchem sie auf dem Boden aufsitzen; oben gleichen ihre strahlig geordneten Theile einer Blume, die das Thier nach Belieben öffnen und schließen kann.

Die Seeigel und Seesterne finden sich sehr häufig versteinert; ebenso die Lilien- und Nelkensterne, welche lebend nur höchst selten angetroffen werden.

Elfte Klasse: Eingeweidewürmer; Entozoa.

§. 162. Die Thiere dieser Klasse bieten die merkwürdige Erscheinung dar, daß sie nur im Innern anderer Thiere und zwar hauptsächlich in deren Eingeweiden angetroffen werden. Ihre Organisation ist sehr unvollkommen. An dem weichen, meist ungefärbten Körper derselben sind weder Glieder, noch die Spuren eines Sinnorganes wahrzunehmen, ja selbst Werkzeuge des Athmens kann man nicht nachweisen. Sie ernähren sich nur von den Säften der Thiere, die sie bewohnen und werden dadurch häufig nicht nur lästig, sondern selbst gefährlich. Man kennt gegen 1500 Arten derselben, da fast jede Thiergattung deren eigenthümliche und öfter mehrere zugleich hat. Sie werden hauptsächlich nach ihrer Gestalt in 5 Ordnungen gebracht.

Aus der ersten Ordnung, von den Rundwürmern gebildet, bemerken wir den 3 Fuß lang werdenden Fadenwurm (Filaria) von der Dicke einer Darmsaite, in den Tropenländern eine Plage, indem er sich an den Beinen der Menschen unter der Haut festsetzt. In dem Darm des Menschen trifft man den 1 bis 2 Linien langen Peitschenwurm (Trichocephalus) und besonders häufig bei den Kindern den einem Regenwurm ähnlichen Spulwurm (Ascaris lumbricoides) und zu tausenden den drei Linien langen Springwurm (A. vermicularis). Den Pallisadenwurm (Strongilus) trifft man in den Nieren des Menschen, des Pferdes u. s. w., und in der Luftröhre des Schafes erregt der Schafwurm (St. filaria) den Schafhusten.

Aus den beiden folgenden Ordnungen sind die in den Schweinen vorkommenden Kratzer (Echinorhynchus), sowie die Leberegel (Distoma) zu erwähnen, welche letztere in den Gallengängen des Menschen und der Schafe sich aufhalten,

Die Ordnung der Bandwürmer enthält die lästigsten Schmarotzer des Menschen, die hauptsächlich deshalb höchst schwierig zu vertreiben sind, weil, in dem Falle, daß ihr langer bandförmiger Körper zerrissen wird, das Kopfende die Fähigkeit hat fortzuleben und sich wieder herzustellen. Der gemeine, 4 bis 10 Fuß lange Bandwurm (Taenia solium) findet sich vorzugsweise bei den westlichen Völkern Europas, während der bis 20 Fuß lang werdende Grubenkopf (Botriocephalus) mehr bei den östlichen Europäern vorkommt.

Endlich ist noch der Blasenwürmer zu gedenken, die blasenförmig sind und an deren Kopf eine Vorrichtung zum Ansaugen sich befindet. Dahin gehören die besonders im Speck der Schweine häufigen Finnen (Cysticercus), von der Größe einer Erbse bis einer Nuß, sodann die Quesen oder Drehwürmer, die, im Gehirn der Schafe sich aufhaltend, die sogenannte Drehkrankheit derselben verursachen. Das Thier besteht aus einer Blase bis zur Größe eines Hühnereies, an welcher mehrere Saugröhren sich befinden.

Zwölfte Klasse: Quallen; Acalephae.

§. 163. Je weiter wir an der Stufenleiter der Entwickelung der Thierwelt herabsteigen, um so auffallender treten die Gegensätze auf, in denen uns die unvollkommnen Formen zu dem Bau der an der Spitze stehenden vollkommensten Organismen erscheinen. Diese niederen Formen werden allmälig so abweichend, daß sie dem Verständniß sowohl als der Beschreibung nicht geringe Schwierigkeiten darbieten. Organe, die uns in der höheren Thierwelt wohl bekannt sind und an deren Namen wir eine sehr bestimmte Vorstellung knüpfen, fehlen hier entweder gänzlich, oder sie zeigen eine so eigenthümliche Bildung, daß wir genöthigt sind, nach neuen Bezeichnungsweisen uns umzusehen. Dieses, sowie der Umstand, daß fast alle Thiere der künftigen Klassen dem Meere angehören und größtentheils sich gar nicht aufbewahren lassen, erschwert die Bekanntschaft mit denselben ungemein und macht die Hülfe der Abbildungen unentbehrlich.

Was nun zunächst die Quallen betrifft, so ist ihre Gestalt sehr mannichfaltig und man theilt sie hiernach in drei Abtheilungen, nämlich in Rippenquallen, Scheiben- und Röhrenquallen. In der Regel ist das Thier eine häutige, auf dem Wasser schwimmende Blase, von welcher Lappen oder eine Menge Fäden herunterhängen, die von hohlen Röhren, sogenannten Saugadern, durchzogen sind. In der That hat eine solche Qualle keinen Mund, sondern sie verwickelt ihre meist aus kleinen Fischen bestehende Nahrung in jenen Fäden, wo sie vollkommen ausgesaugt wird und nur die Knochen wieder herauskommen. Während diese Quallen passend Saugaderthiere genannt werden können, haben andere eine Art von Verdauungshöhle und Mundöffnung und errinnern dadurch mehr an bekannte Verhältnisse. Es giebt sehr viele Arten derselben, von zum Theil sehr zierlicher Gestalt, und manche leuchten des Nachts auf's Schönste in verschiedenen Farben. Berührt man jene Fäden mit der Hand, so empfindet man ein heftiges Brennen, welches von einem Safte herrührt, den die Saugadern absondern und der wahrscheinlich zur Verdauung der Speise dient.

Am bekanntesten sind: die Kammqualle oder Seeblase (Physalia; Arethusa); die Melonenqualle (Beroë); die Haarqualle (Berenice).; die Wurzelqualle (Rhizostoma) und am häufigsten findet man am Strande der Ost- und Nordsee bei der Ebbe zurückbleibend die Ohrenqualle (Medusa aurita) in Form einer etwa 6 Zoll breiten Scheibe, von milchweißer, durchscheinender Gallertmasse gebildet, mit vier violetten Verdauungsorganen und herabhängenden lappigen Fangarmen.

Auf dem Strande zerfließen die Quallen alsbald und hinterlassen beim Vertrocknen eine geringe häutige Masse. Dem Menschen keinen Nutzen gewährend, mögen sie kaum eine Speise der Meeresthiere sein.

Dreizehnte Klasse: Pflanzenthiere; Polypi.

Die Pflanzenthiere oder Polypen sind gallertige oder lederartige Thiere von §. 164 verschiedener, jedoch meist röhrenförmiger Gestalt, in der Regel mit nur einer Oeffnung, an welcher 8 bis 12 Fäden oder sogenannte Fangarme stehen, womit sie ihre Nahrung ergreifen und in den Mund bringen. Sie vermehren sich durch Eier, in der Regel jedoch durch Verzweigung, indem nämlich an dem Thiere eine knospenartige Anschwellung entsteht, die allmälig zu einem neuen röhrenartigen Polyp auswächst, der jedoch mit dem Mutterstamme in Zusammenhang bleibt und selbst wieder Zweige treibt.

Nur wenige Arten von Polypen kommen in süßen Gewässern vor, und diese hängen meistens an den in stehendem Wasser häufigen Wasserlinsen oder an den Stengeln von Wasserpflanzen. Sie sind vollkommen weich und heißen daher **nackte** oder Süßwasserpolypen. Merkwürdig sind sie besonders durch ihr außerordentlich zähes Leben. Man kann sie umwenden, sie der Länge und Quere nach in Stücke zerschneiden, und immer stellt sich nach einiger Zeit der Polyp wieder mit seinen Theilen vollständig her. Die bekanntesten dieser sind der grüne und der graue **Armpolyp** (Hydra viridis und grisea).

Außerordentlich zahlreich sind die polypenartigen Bewohner des Meeres. Theils ist die Haut derselben papier- oder lederartig oder dem Zunder ähnlich, und sie gleichen alsdann sehr manchen Pflanzen, so daß sie getrocknet wie Heu zum Verpacken benutzt werden. Zu diesen sind unter anderen die **Schwämme** zu rechnen, welche auf dem Boden des Meeres festsitzen und an nicht allzu tiefen Stellen des mittelländischen Meeres, namentlich an den Inseln von Griechenland durch Taucher heraufgeholt werden. Man bedient sich derselben bekanntlich zum Waschen und unterscheidet feinere oder Waschschwämme und gröbere oder Pferdeschwämme. Die thierische Masse der Schwämme besteht in nichts Anderem, als in einem schleimigen, empfindlichen Ueberzug derselben und man hält sie daher kaum für berechtigt, in das Thierreich aufgenommen zu werden.

Die **Strauchpolypen** bestehen aus gallertigem Schleim, in welchem sich mit der Zeit ein fester, aus kohlensaurem Kalk bestehender Kern bildet. Sie sitzen auf dem Boden des Meeres fest, und allmälig nach dessen Oberfläche wachsend bilden sie endlich eine zusammenhängende Familie, aus Milliarden Gliedern bestehend und bekannt unter dem Namen der Korallenbänke und Riffe, die häufig den Schiffen gefährlich sind und mitunter die Entstehung kleiner Inseln veranlassen, wie namentlich in der Südsee.

Die Gestalt derselben ist höchst mannichfaltig, mitunter sehr zierlich, und besonders bemerkenswerth sind: das **rothe Korall** (Isis nobilis), welches vorzüglich häufig an der Küste von Algier ist und zu Schmuck verarbeitet wird; das **weiße Korall**; die **Meerfeder** (Plumatella); die **Meerfeige** (Synoicum); der **Meerkork** (Alcyonium); die **Meertraube** u. s. w.

Als **Steinpolypen** führen wir diejenigen an, welche ihren gallertigen Körper von außen mit einer kalkigen Masse überziehen, so daß ein solcher Polypenstamm wie ein steiniges Gebilde aussieht, von vielen Oeffnungen durchlöchert, aus welchen die Polypen ihre Arme herausstrecken. Die mit kleinen und zahlreichen Oeffnungen heißen **Punkt-** oder **Stichkorallen** (Milleporen); die mit sternförmigen werden **Sternkorallen** (Madreporen) genannt. Andere haben ihren Namen nach ihrer Gestalt, wie z. B. Neptunsmanschette (Retepora): das Elensgeweih; der Seekohl; das Becherkorall; das schwarze Korall, das auch als Schmuck verwendet wird u. s. w.

Die **Meernesseln** (Actinia) sind faustgroße fleischige Klumpen, etwa von der Form eines kleines Blumentopfes. Der Mund befindet sich oben und ist mit vielen Fäden strahlenförmig umstellt. Berührt man sie mit der Hand, so erfassen sie dieselbe und verursachen ein heftiges Brennen, woher sie ihren Namen haben. Sie sitzen einzeln am Boden des Meeres, an Felsen, können jedoch ihre Stelle verändern und sind genießbar.

Die weicheren Polypen werden von vielen Seebewohnern, namentlich von Fischen und Walen gefressen. Die kalkigen Stämme der anderen werden an kalkarmen Küstenländern gebrannt und zu Mörtel benutzt. Die Korallen kommen in großer Menge versteinert vor, und zwar in den ältesten Gebirgsbildungen (Mineralogie §. 114).

Vierzehnte Klasse: Aufgußthiere; Infusoria.

§. 165. Uebergießt man Theile einer Pflanze oder eines Thieres, z. B. Blätter, Gras oder ein Stückchen Fleisch mit Wasser und läßt dieses bei gewöhnlicher Zimmerwärme einige Tage damit in Berührung, so entsteht auf dem Wasser ein dünnes Häutchen. Nimmt man davon ein wenig mit einem Wassertropfen unter das Mikroskop, so sieht man eine Menge kleiner lebendiger Wesen, oft von sehr verschiedener Größe, munter in demselben umherschwimmen. Mitunter enthält ein einziger Tropfen der Flüssigkeit Tausende dieser Thiere. Von dieser Entstehungsweise haben sie den Namen Aufgußthiere, oder was dasselbe bedeutet, **Infusionsthiere** erhalten. Genauer bekannt sind sie uns erst seit der Erfindung des Mikroskopes geworden, denn die meisten derselben sind dem bloßen Auge kaum sichtbar.

Man wird daher immer in stehenden Gewässern und in Flüssigkeiten jeder Art, wo Pflanzen- oder Thierstoffe in Zersetzung übergehen, diese Thiere antreffen, die auch im Wasser des Meeres und der Flüsse sich finden, während sie in reinem Quell- und Brunnenwasser nicht vorhanden sind.

Lange Zeit war man der Ansicht, daß diese Thiere von selbst entständen, daß gleichsam der erstorbene Pflanzen- und Thierkörper in diese einfachen Wesen zerfalle und sich auflöse. Die genauesten Beobachtungen lehrten jedoch, daß diese Thiere aus Eiern entstehen, die in der Luft allenthalben vorhanden sind

und sich mit Leichtigkeit entwickeln, wenn sie mit Stoffen in Berührung kommen, welche die Fortbildung der aus ihnen kommenden Thiere begünstigen, die sich dann mit unglaublicher Schnelligkeit vermehren. Es verhält sich dies ähnlich wie mit den Sporen der Schimmelpflanzen und dem wunderbaren Aufkeimen von Pflanzen, wo scheinbar Niemand deren Samen ausstreute (Botanik §. 99 und 109). Schließt man in der That solche Pflanzen- und Thierstoffe von der Berührung mit Luft aus, oder erhitzt man vorher die zu denselben tretende Luft, so entstehen niemals Infusorien an denselben. Selten oder niemals entwickeln sie sich auf Bergen von einiger Höhe, deren Luft weniger mit fremden Gegenständen beladen ist.

Bedenken wir, daß viele dieser Thiere nur $\frac{1}{1500}$ bis $\frac{1}{2000}$ Linie Durchmesser haben und erst bei starker Vergrößerung sichtbar sind, so ist es begreiflich, daß die noch tausendmal kleineren Eier derselben zu Millionen von der Luft umhergetragen werden können, ohne daß wir im Stande sind, dies zu bemerken. Wo daher ein stehendes Wasser austrocknete, entführt der Wind mit dem Staube unzählige Keime, die überall, wo sie auf günstige Umstände treffen, sich entwickeln.

Die Nahrung dieser Thierchen besteht theils aus den sich zersetzenden Pflanzen- und Thierstoffen, theils fressen sie mit großer Gier einander selbst auf. Die Zufuhr ihrer Speise geschieht entweder, indem diese in den stets geöffneten Mund hineinfließt, theils dadurch, daß viele Infusorien wimpernartige Fäden haben, die um den Mund stehen und einen kleinen Wirbel oder Strudel in der Flüssigkeit erregen, der dann die Beute in ihren Rachen führt. Diese letzteren werden **Räderthiere** genannt und für vollkommener angesehen, und sind deshalb in neuerer Zeit als eine besondere Ordnung in die höhere Klasse der Würmer (§. 154) versetzt worden.

So winzig diese Thiere sind, so ist ihre Gestalt doch höchst mannichfaltig, und man unterscheidet viele Arten derselben. Die meisten können ihren Körper theilweise einziehen und wieder ausstrecken, überhaupt ihre Gestalt vielfach ändern. Indem wir die Namen einiger der bekannteren anführen, bezeichnen wir durch diese selbst schon einigermaßen deren Gestalt. Solche sind z. B.:

Das **Punktthierchen** (Monas, Protozoa); das **Kleisterälchen** (Vibrio); das **Schraubenthierchen**; **Scheibenthierchen** (Cyclidium); **Kugelthierchen** (Volvox); **Nachenthierchen** (Navicula); **Augenthierchen** (Euglena); **Trompetenthierchen**; **Urnenthierchen**; **Glockenthierchen** (Vorticella); u. a. m.

Viele Infusionsthiere haben über ihrem weichen, aus thierischer Haut bestehenden Körper eine schützende Hülle, die entweder aus Kalk oder aus Kieselerde besteht und bei vielen Eisenoxyd enthält und eine Art von Schale oder Panzer um das Thier bildet, ähnlich wie wir dies an den Krebsen und Panzerasseln sehen. Sterben diese Thiere, so verwest zwar der thierische Theil derselben, allein der Panzer bleibt mit der ihm eigenthümlichen Gestalt zurück, und man hat die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß ganze Schichten von Erde und Steinmassen aus nichts Anderem bestehen als aus zusammengehäuften Infusorienpan-

zern. (Vergl. Mineralogie §. 145). Auffallend erschien die Thatsache, daß manche Infusorien Sauerstoffgas absondern, während alle übrigen Thiere Kohlensäure ausathmen. Genauere Beobachtungen ergaben, daß jene vermeintlichen Infusorien mikroskopische Pflanzen sind, die zur Familie der Algen gehören (S. Botanik §. 117).



Alphabetisches Register.

A.

D.

E.

G.

M.

O.



P.

Q.

R.



T.

U.

